

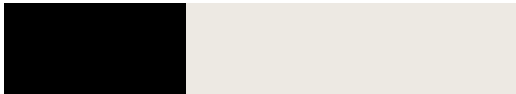
DE BOSATLAS

VAN DE DUURZAAMHEID



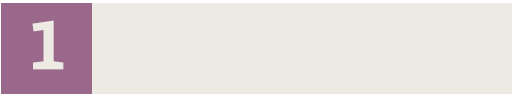
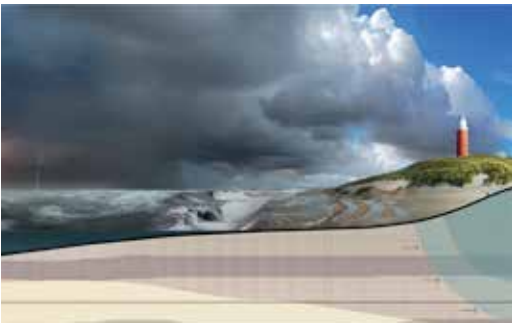
NOORDHOFF ATLASPRODUCTIES

Inhoud



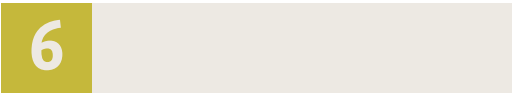
Voorwoord	3
Inhoud	4
Inleiding	6
1	Klimaat 16
2	Energie 32
3	Grondstoffen 46
4	Natuur 60
5	Water 74
6	Industrie 86
7	Voedsel 100
8	Vervoer 112
9	Gebouwen 124
10	Steden 136
Trefwoordenregister	148
Panorama Nederland	150

Adviseurs en adviserende instanties 152



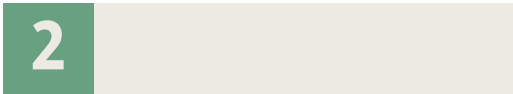
Klimaat

Barometer	18
De atmosfeer warmt op	20
Uitstoot van broeikasgassen	22
Klimaat effecten wereldwijd	24
Klimaat effecten in Nederland	26
De Klimaatwet	28
Hoe verklein je je klimaatvoetafdruk?	30



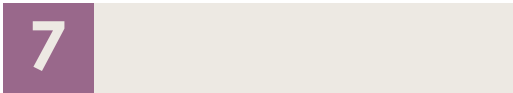
Industrie

Barometer	88
Vermindering industriële CO ₂ -uitstoot	90
Verduurzaming van producten	92
Waterstofnetwerk in Zeeland	94
Groene chemie in Noord-Nederland	96
Naar een CO ₂ -neutrale staalproductie	98



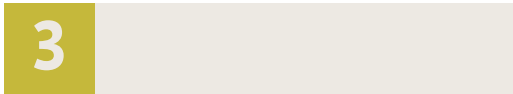
Energie

Barometer	34
Duurzame energie voor de wereld	36
Afscheid van Nederlands aardgas	38
Altijd voldoende elektriciteit	40
Het energiesysteem van de toekomst	42
Waterstof van de Noordzee	44



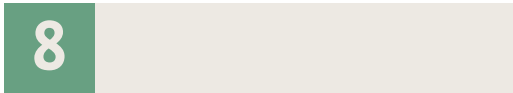
Voedsel

Barometer	102
Effecten op klimaat, milieu en natuur	104
Minder voedsel verspillen	106
Gezond en duurzaam eten	108
Naar een duurzame zuivelproductie	110



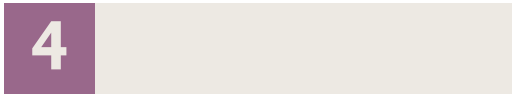
Grondstoffen

Barometer	48
Omgaan met grondstoffen	50
Materiaal- en afvalstromen	52
Naar een circulaire economie	54
Circulaire economie in Fryslân	56
Urban mining	58



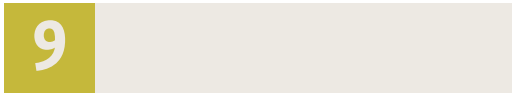
Vervoer

Barometer	114
Elektrisch rijden	116
Verminderen uitstoot vliegverkeer	118
Duurzaamheid in weg- en waterbouw	120
Fietsen voor het klimaat	122



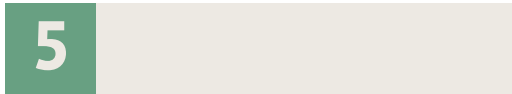
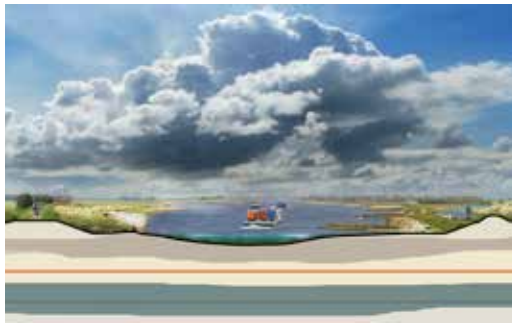
Natuur

Barometer	62
Biodiversiteit in de wereld	64
Natuur in Nederland	66
Bedreigingen voor Nederlandse natuur	68
Ecologische verbetering Eems-Dollard	70
Kringlooplandbouw en biodiversiteit	72



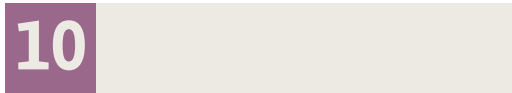
Gebouwen

Barometer	126
Energiebesparing in woonhuizen	128
Verwarmen met groen gas	130
Warmtenetten en warmtepompen	132
Circulair bouwen	134



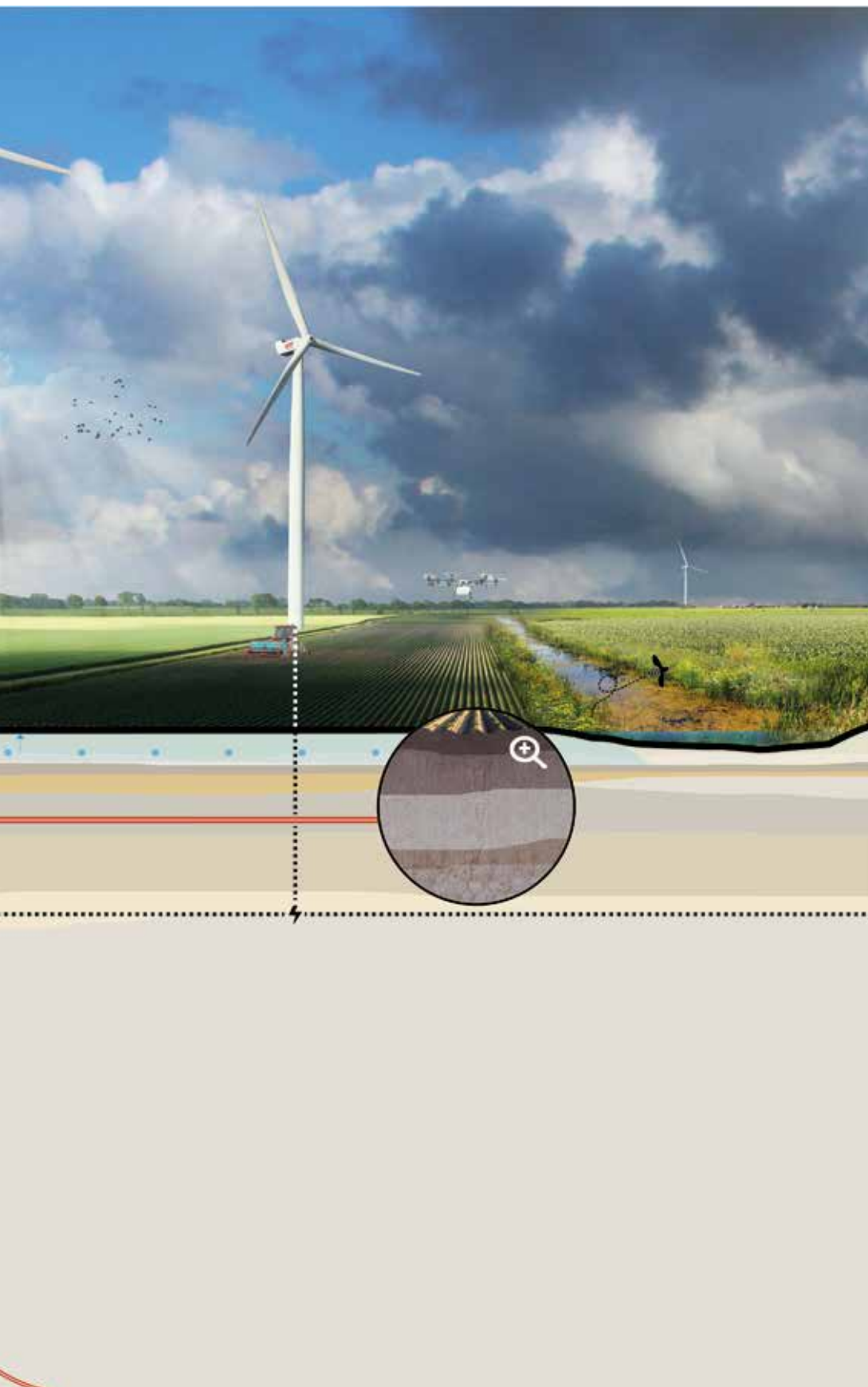
Water

Barometer	76
Waterveiligheid vergroten	78
Zuinig met zoet water	80
De Maas: duurzaamheidsinitiatieven	82
Aquathermie	84



Steden

Barometer	138
Naar een klimaatneutraal Amsterdam	140
Materiaalstromen in de metropool-regio	142
Een waterbestendige hoofdstad	144
Werken aan een gezond Utrecht	146



Inleiding

- Hoeveel kan de aarde aan? 8
- Duurzaamheid door de eeuwen heen 10
- Duurzame ontwikkelingsdoelen 12
- Welke mix van maatregelen? 14

De mens heeft altijd al grote invloed gehad op zijn leefomgeving. In de prehistorie roeiden we de sabeltandtijger uit, in de oudheid vergiftigden we de lucht met lood. Sinds de industrialisering wordt onze 'voetafdruk' steeds groter: het klimaat verandert, de grondstoffen raken op, de biodiversiteit neemt af en op veel plekken is een tekort aan zoet water. Tegelijkertijd is de wereldbevolking explosief gegroeid: van een half miljard in 1750 tot ruim 7,7 miljard in 2019. 10% van de mensen leeft in extreme armoede. De hamvraag is: hoe verder, rekening houdend met de behoeften van de mens, de kwaliteit van de leefomgeving en een eerlijke verdeling van de welvaart, nu en in de toekomst? Voor de periode tot 2030 hebben de Verenigde Naties daarover 17 duurzame ontwikkelingsdoelen geformuleerd. Voor de periode daarna lopen de meningen uiteen. Versoberen de rijke landen hun levensstandaard? Of maken hoogtechnologische oplossingen blijvende groei mogelijk?



Uitsnede Panorama Nederland

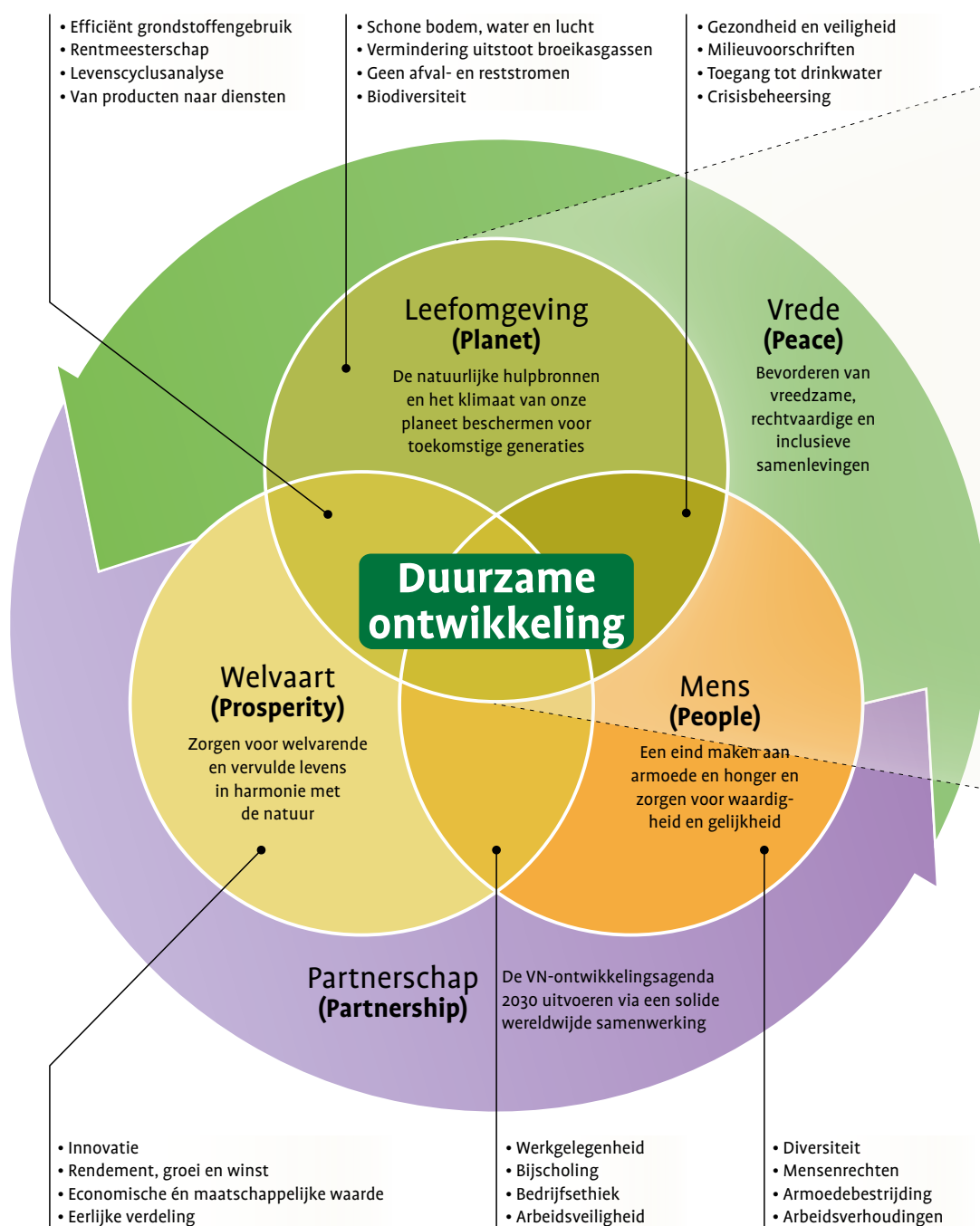
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

Hoeveel kan de aarde aan?

Duurzaamheid is een oud begrip. Het is afkomstig uit de 17e-eeuwse bosbouw en slaat oorspronkelijk op de hoeveelheid hout die gekapt kan worden zonder dat het bos schade lijdt. Nadat dit begrip eind jaren tachtig van de vorige eeuw werd omarmd door de wereldgemeenschap, kreeg het al gauw een bredere betekenis. 'Duurzaamheid' veranderde in 'duurzame ontwikkeling', want armoedebestrijding en economische groei zijn voorwaarden voor duurzaam gebruik van de leefomgeving. En werd 'duurzaam' eerst vooral gebruikt in verband met effecten op milieu en natuur, later kwam daar ook de houdbaarheid bij van onder andere het klimaat, de energievoorziening, de grondstoffenvoorraad en het waterbeheer. Dat zijn ook de hoofdonderwerpen van deze atlas.

CO₂-uitstoot
Hoeveelheid door de mens uitgestoten CO₂
(gemiddeld over 2011-2017)

42 Gt*/jr
* Gt = gigaton



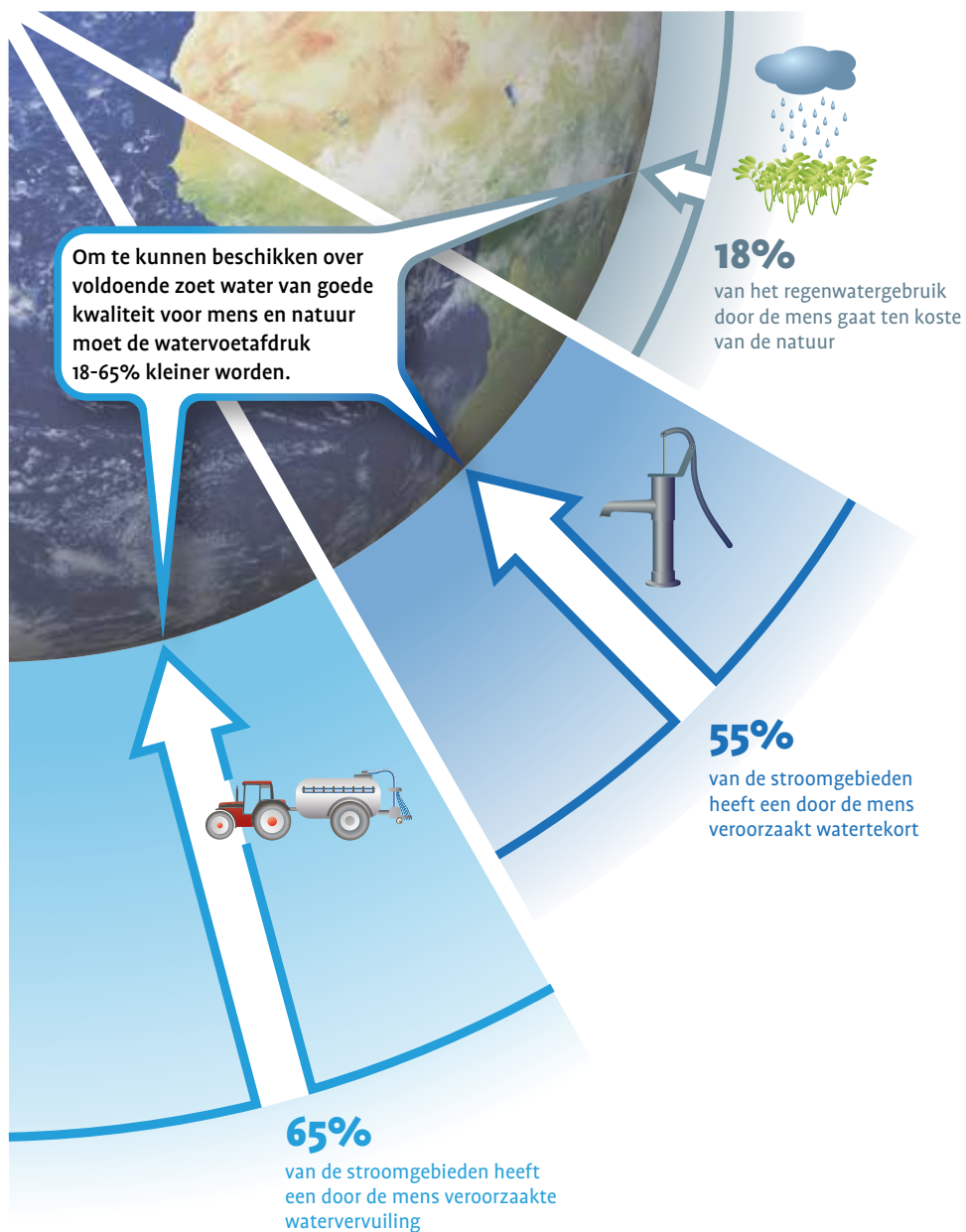
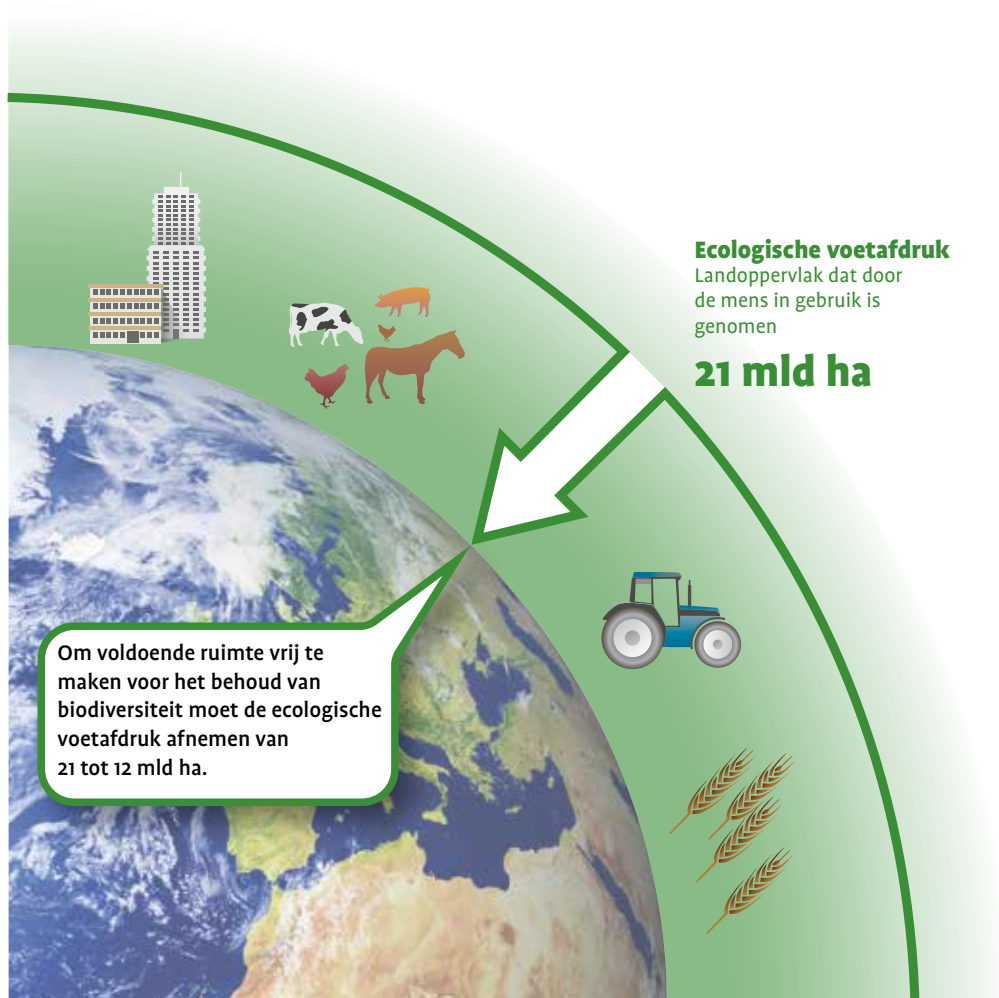
Grondstofgebruik
Hoeveelheid uit de aarde gewonnen grondstof (biomassa, energie, mineralen, metalen) die uiteindelijk door de mens worden gebruikt (dus zonder restanten en zonder grondverzet voor infrastructuur)

92 Gt/jr

Dimensies van duurzaamheid

Bij alles wat mensen doen, zouden ze zich moeten afvragen of dat ook op langere termijn mogelijk blijft zonder de aarde uit te putten of aan te tasten en zonder toekomstige generaties te beperken. Internationaal staat deze gedachte bekend als *People, Planet, Prosperity*, waarbij de eerste P staat voor de behoeften van de mens, de tweede P voor de kwaliteit van de leefomgeving en de derde P voor het eerlijk verdelen van welvaart (productie en consump-

tie, nu en in de toekomst). Dit zijn enkele pijlers van duurzame ontwikkeling. Niet alleen de draagkracht van de aarde, maar ook sociale en economische belangen verdienen aandacht bij menselijke activiteiten. Zo is bestrijding van armoede nodig omdat armoede een duurzaam gebruik van de leefomgeving in de weg staat. En zonder krachtige economie geen welvaart en innovatie. Sinds 2015 vragen de Verenigde Naties in de 'Agenda 2030 voor Duurzame Ontwikkeling' aandacht voor twee extra P's: *Partnership* en *Peace*.



Duurzaamheid door de eeuwen heen

Dat de mens zijn eigen leefomgeving vervuult en vernielt, is niets nieuws. Elke periode in de geschiedenis kent eigen duurzaamheidsproblemen – en oplossingen. De aantasting gebeurt wel op steeds grotere schaal, met grotere gevolgen.

1960-2000

Afname biodiversiteit

- 1961: oprichting Wereld Natuur Fonds
- 1965: wereldwijde 'Rode Lijst' van bedreigde dier- en plantsoorten
- 1979: Europese richtlijn voor bescherming van vogels

Grenzen aan de groei

1972: Club van Rome: over 100 jaar is de wereld onleefbaar door bevolkingsgroei en westerse levensstijl; grondstoffen raken op

Water-, lucht- en bodemverontreiniging

- 1962: Rachel Carson waarschuwt voor pesticiden (DDT)
- 1970: Nederlandse wetgeving water- en luchtverontreiniging
- 1976: maatregelen tegen vervuiling van de Rijn
- 1980: gifschandaal Lekkerkerk: 300 huizen op vervuilde grond

Zure regen

Jaren 80: maatregelen tegen bossterfte door hoge uitstoot zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak

Grote gif- en kernrampen

- 1984: gifwolk Bhopal (India); 8000 doden, >150.000 gewonden
- 1986: kernramp Tsjernobyl (Sovjet-Unie); doden door straling: 9000 (VN), 93.000 (Greenpeace)

Gat in de ozonlaag

1987: Protocol van Montréal: maatregelen tegen het dunner worden van de ozonlaag (die beschermt tegen uv-straling)

Bevordering biodiversiteit

- 1990: Ecologische Hoofdstructuur (EHS): verbinden van Nederlandse natuurgebieden, omzetten landbouwgrond in natuurgebied
- 1992: Europees netwerk van natuurgebieden (Natura 2000)

Wereldbevolking

200.000 jaar geleden ontstaat de moderne mens: homo sapiens

1 mln mensen

10 mln

10.000 v.Chr.

9000

8000

7000

6000

5000

Middeleeuwen (500-1500)

- Ontbossing in Europa t.g.v. (scheeps)bouw en ijzerproductie
- Ontginning van moerassen in Nederland leidt tot bodemdaling en overstromingen; aanleg van dijken
- Maatregelen tegen watervervuiling in steden als gevolg van uitwerpselen en vervuilde ambachten

16-18e eeuw

- Noordelijke zeeën: overbevissing van walvissen en robben
- Nederland: problemen met water (o.a. door turfwinning) dwingen tot drooglegging van plassen met behulp van windmolens

Klimaatverandering

- 1981: eerste waarschuwingen dat de atmosfeer opwarmt (broeikaseffect)
- 1988: oprichting VN-Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- 1992: VN-top Rio de Janeiro, actieplan Agenda 21 (o.a. klimaat en biodiversiteit)
- 1997: Protocol van Kyoto: wereld belooft broeikasgassen en fluorverbindingen terug te dringen (vanaf 2005 in werking)

1900-1960

Natuurrampen door menselijk toedoen

- Jaren 1930: 'Dust Bowl' (VS): verwoestijning van prairies door graanteelt
- 1952: 'Great Smog' (Londen): 12.000 doden door luchtverontreiniging
- Vanaf jaren 60: opdroging Aralmeer door wateronttrekking voor katoenteelt

Prehistorie (tot 3000 v.Chr.)

Waar mensen een continent betreden, sterven grote diersoorten uit, zoals:

- 45.000 v.Chr.: diprotodon (Australisch buideldier van 3 m)
- 11.000 v.Chr.: Amerikaanse dieren als hemiauchenia (kameelachtige) en platygonus (zwijnachtige)

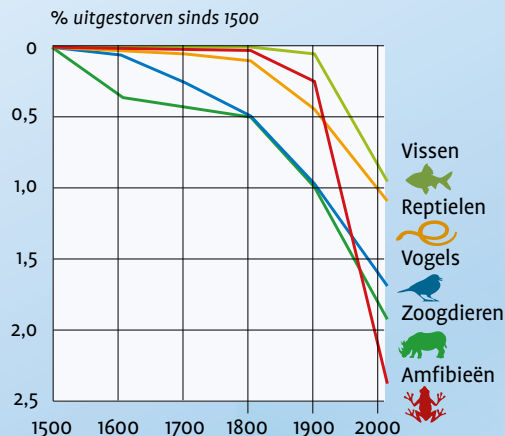
Oudheid (3000 v.Chr.-500 na Chr.)

Sterk verhoogde concentraties giftig lood in de lucht als gevolg van Romeinse zilverproductie (350 v.Chr.-270 na Chr.)

19e eeuw

- Luchtverontreiniging door intensief gebruik van steenkool (fabrieken, transport)
- Oudste beschermde natuurgebieden: Drachenfels (Duitsland, 1836) Yellowstone Park (VS, 1872) Naardermeer (Nederland, 1906)

Terwijl het aantal mensen snel toeneemt, neemt het aantal diersoorten snel af

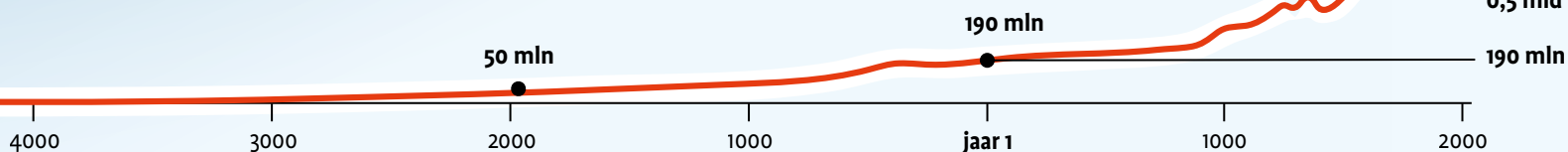


Volgens de VN zijn er in 2100 11 miljard mensen

Duurzame ontwikkeling in breder perspectief

- 1987: VN-commissie-Brundtland: duurzame ontwikkeling: groei mag niet ten koste gaan van toekomstige generaties; milieuproblemen zijn gevolg van westerse levensstijl én armoede in de wereld
- 2000: VN-Millennium Summit: 8 millenniumdoelstellingen voor 2015, o.a. bescherming van een duurzaam leefmilieu
- 2015: VN-top New York: 8 millenniumdoelstellingen vervangen door 17 duurzame ontwikkelingsdoelen voor 2030 (*sustainable development goals*, SDG's)
- 2015: Akkoord van Parijs: afspraken om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C

2000 - TOEKOMST



Duurzame ontwikkelingsdoelen

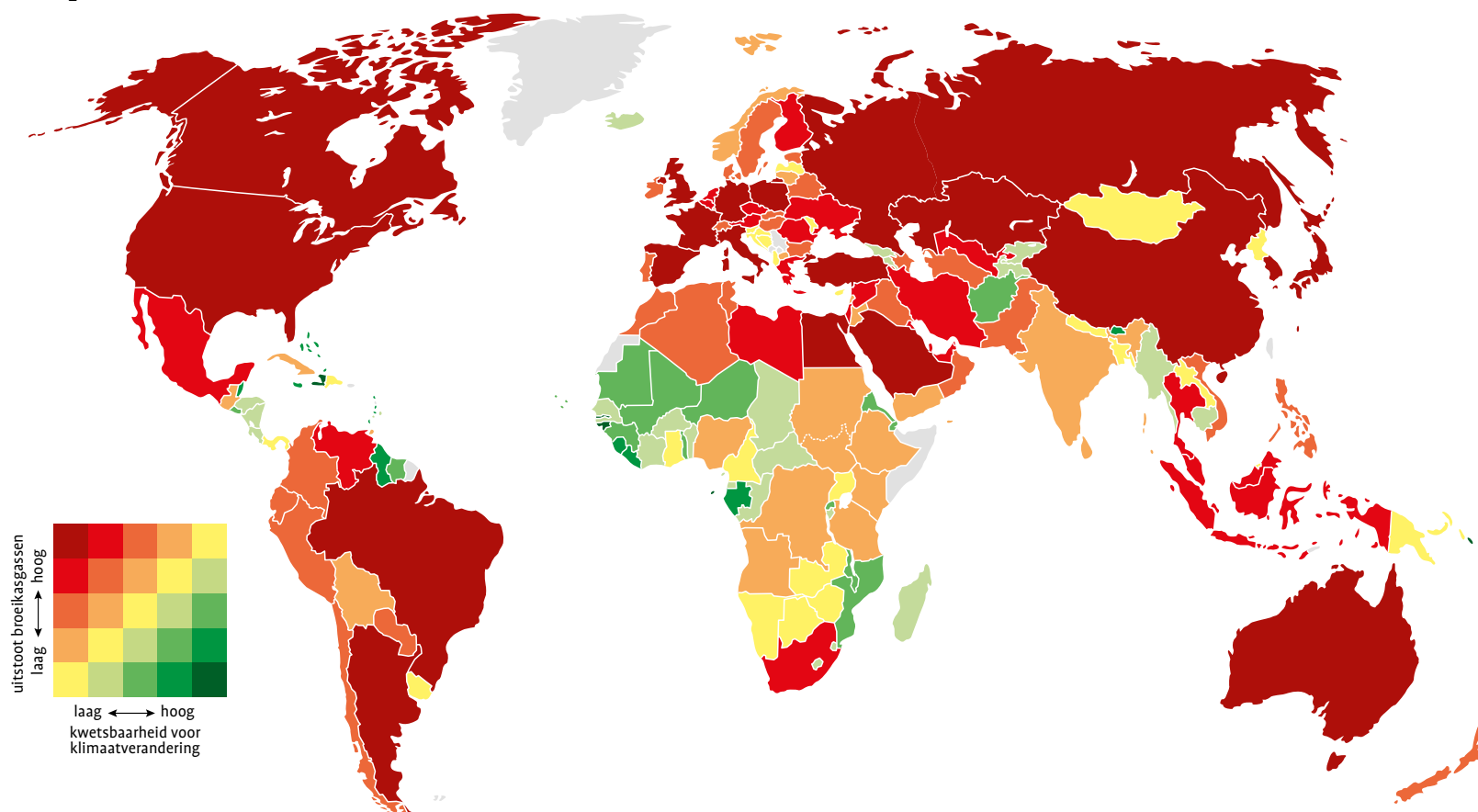
Een duurzame wereld voor iedereen: dat willen de Verenigde Naties vóór 2030 bereiken. In 2015 werd deze ambitie uitgewerkt in 17 duurzame ontwikkelingsdoelen, waaronder 'schoon water', 'duurzame energie', 'duurzame steden', 'verantwoorde consumptie' en 'bestrijding van klimaatverandering'. Maar het belangrijkste doel is 'geen armoede', op de voet gevolgd door

'geen honger', 'goede gezondheid en welzijn' en 'kwaliteits-onderwijs'. Voor de VN is ontwikkeling onderdeel van duurzaamheid. Zolang de welvaart niet eerlijk over de wereld is verdeeld, zijn doelstellingen als beperking van klimaatverandering en behoud van biodiversiteit niet te verwezenlijken.

1 De 17 duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties



2 CO₂-uitstoot versus nadelen van broeikaseffect



1 De wereld een betere plek in 2030

De duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties (*sustainable development goals*, SDG's) zijn veelomvattend en ambitieus. De doelen hangen onderling samen. Zo zijn toegang tot schone energie en schoon water nodig voor gezondheid en welzijn. De SDG's zijn onderschreven door alle 193 VN-landen.

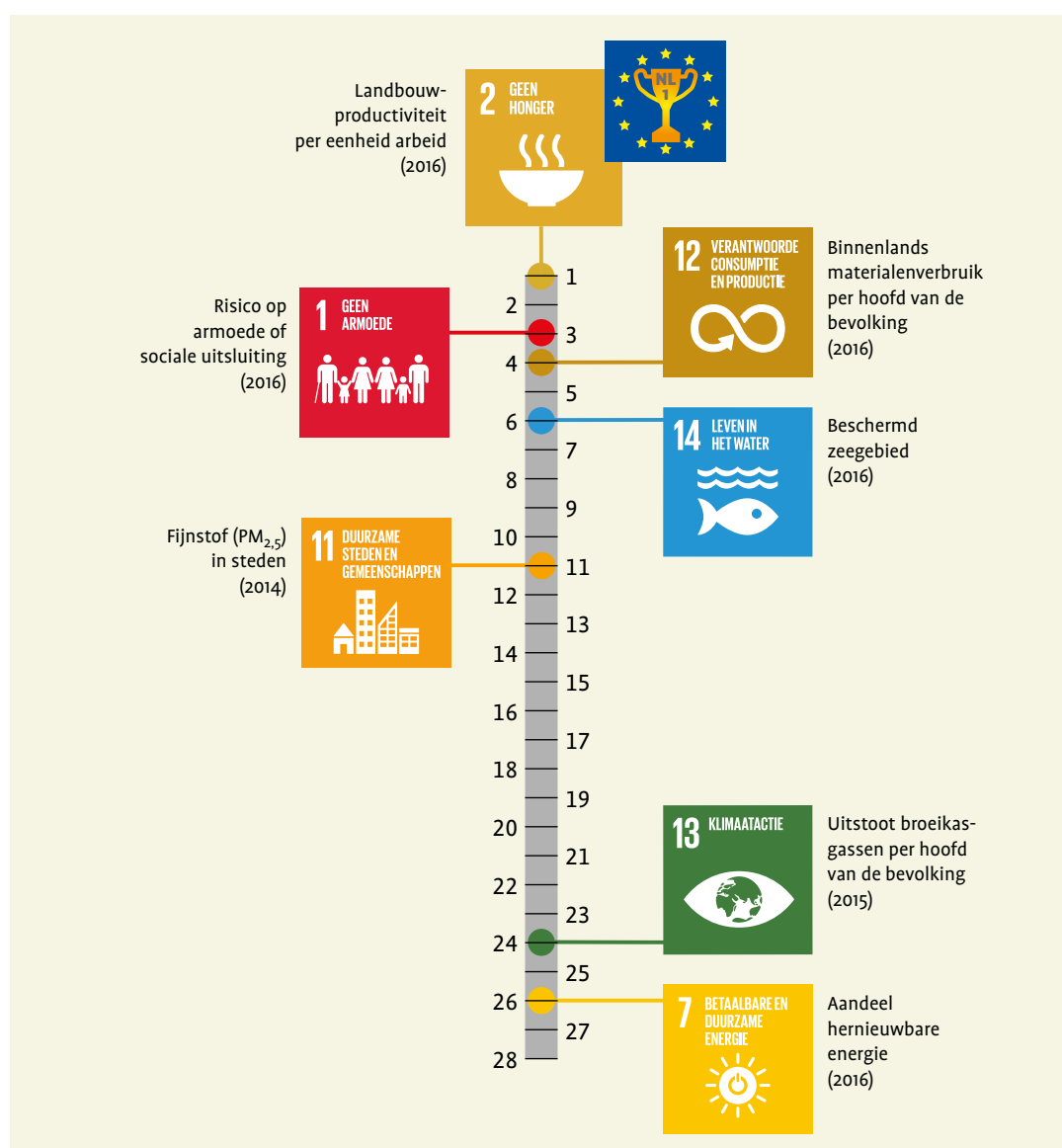
2 Klimaatlasten ongelijk verdeeld

De lasten van klimaatverandering zijn oneerlijk verdeeld over de wereld. Sommige landen zijn kwetsbaar, bijvoorbeeld voor verdroging (Afrika) of het stijgen van de zeespiegel (eilanden en kustgebieden). Meestal zijn dit arme landen, die weinig broeikasgassen uitstoten (groen op de kaart). Ze dragen dus nauwelijks bij aan de opwarming van de aarde, maar ondervinden daar wel de lasten van. Omgekeerd stoten rijke landen (waaronder Nederland) veel uit, maar hebben die meestal weinig last (rood). Hierdoor hebben arme landen vaak meer belang bij klimaatbeleid dan rijke.

3 Hoe scoort Nederland?

Nederlandse bedrijven, overheden, belangenorganisaties, kennisinstellingen en burgers zetten zich in om de duurzame ontwikkelingsdoelen te halen. Met jaarlijkse metingen wordt de voortgang bewaakt. Als welvarend land scoort Nederland op een aantal doelen bovengemiddeld, zelfs binnen Europa. Zo produceert het veel voedsel, is de bevolking goed opgeleid en is de sociale en economische gelijkheid groot. Cijfers over de leefomgeving zijn meestal minder gunstig. Nederland heeft bijvoorbeeld een fors stikstofoverschot en stoot veel CO₂ uit, mede doordat het nog veel fossiele brandstoffen (olie en gas) verbruikt.

3 Positie van Nederland binnen de Europese Unie



Welke mix van maatregelen?

Wat burgers, bedrijven en overheden het beste kunnen doen om grote problemen – klimaatverandering, vervuilende energieproductie, verlies aan biodiversiteit, grondstoffenschaarste en zoetwatertekort – aan te pakken, hangt samen met hun wereldbeeld. Is de mens beter af als hij in kleine gemeenschappen leeft, streeft naar meer balans met de natuur en tevreden is met een sobere levensstijl? Of als hij als stadsbewoner met hoogwaardige technologie de natuur naar zijn hand zet en geniet van groeiende welvaart? Of een uitgebalanceerde mix van beide?

Klimaatbewuste levensstijl

- vaker thuiswerken
- enkele dagen per week geen vlees
- minder vliegen, minder ver op vakantie
- korte ritjes met de fiets i.p.v. de auto
- warme truiendag
- minder voedsel verspillen

Minimaliseren grondstofverbruik en CO₂-uitstoot ('consuminderen')

- plantaardig voedsel
- tweedehands kleding
- kringloopspullen
- geen plastic tassen en verpakkingen
- geen fossiele brandstoffen

'Deeleconomie', geen bezit, maar gebruik (huren, leasen, delen) van

- auto, fiets
- gereedschap
- woninginrichting
- elektrische apparaten

Minimaliseren energiegebruik

- alle vervoer met fiets en ov
- thermostaat op maximaal 18 °C
- de allerzuinigste huishoudelijke apparaten
- geen vliegvluchten en cruises

Combineren natuur en landbouw

- voedselbos
- biologische landbouw (geen bestrijdingsmiddelen, kunstmest of genmodificatie)
- geen exoten

Agrarisch natuurbeheer

- bloemrijke akkerranden
- niet maaien tijdens broedseizoen
- minder bemesten

Energiebewuste levensstijl

- woningisolatie, spaarlampen
- zonnepanelen op het dak
- warmtepomp
- maximumsnelheid 100 km/u
- lidmaatschap windcoöperatie

Waterbewuste levensstijl

- waterbesparende douchekop
- korter douchen
- minder vlees eten

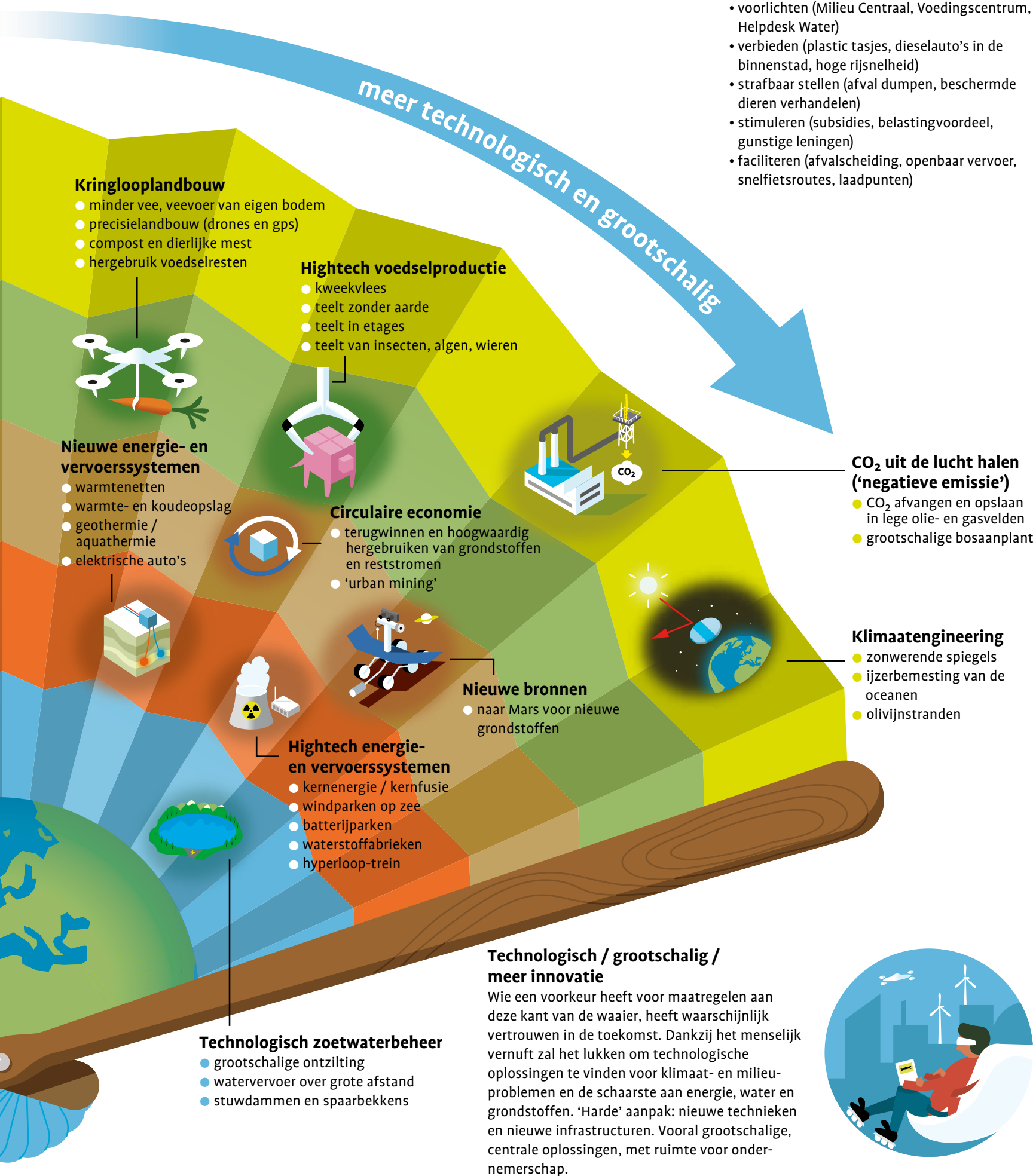
Minimaliseren watergebruik

- minder vaak en korter douchen
- toiletspoeling met grijs water
- tuin niet sproeien, auto niet wassen
- geen vlees, minder nieuwe spullen

Ecologisch / kleinschalig / minder consumptie

Wie een voorkeur heeft voor maatregelen aan deze kant van de waaijer, maakt zich waarschijnlijk zorgen over de toekomst. Door toenemende welvaart en consumptie worden de grenzen van de aarde overschreden. Dit kan op een 'zachte' manier worden bestreden door gedragsverandering ('consuminderen'), door betere voorlichting en door geboortebepijking. Vooral kleinschalige, decentrale oplossingen, met ruimte voor democratische controle.





Een duwtje in de gewenste richting

Mogelijkheden om het gedrag van burgers en bedrijven te beïnvloeden:

- beprijzen (rekeningrijden, brandstofaccijns, energiebelasting, vliegtaks, vleestaks, CO₂-heffing)
- voorlichten (Milieu Centraal, Voedingscentrum, Helpdesk Water)
- verbieden (plastic tasjes, dieselauto's in de binnenstad, hoge rijsnelheid)
- strafbaar stellen (afval dumpen, beschermde dieren verhandelen)
- stimuleren (subsidies, belastingvoordeel, gunstige leningen)
- faciliteren (afvalscheiding, openbaar vervoer, snelfietsroutes, laadpunten)

Klimaat

Barometer 18

De atmosfeer warmt op 20

Uitstoot van broeikasgassen 22

Klimaat effecten wereldwijd 24

Klimaat effecten in Nederland 26

De Klimaatwet 28

Hoe verklein je je klimaatvoetafdruk? 30

Klimaatverandering is van alle tijden, maar sinds 1850 gaat het een stuk sneller dan de vele honderden eeuwen ervoor. Dit komt door het versterkte broeikaseffect, een gevolg van de uitstoot van broeikasgassen, waaronder CO₂, door de mens. Nu al onder vinden we de directe effecten, zoals een stijgende zeespiegel, extreme buien en hittegolven. De komende decennia komen daar allerlei indirecte effecten bij, waaronder hittestress in de grote steden, grotere kans op droogteschade in de landbouw en daling van veenweidegebieden.

Er zijn twee manieren om met de klimaatverandering om te gaan: *aanpassen* aan de gevolgen door dijken en vitale infrastructuur, zoals de elektriciteitsnetten, te verbeteren of te versterken, en *aanpakken* van de oorzaken door de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Over het laatste zijn internationale afspraken gemaakt, die ons land heeft vastgelegd in een Klimaatwet. Voor 2030 moet de uitstoot zijn gehalveerd.



Uitsnede Panorama Nederland

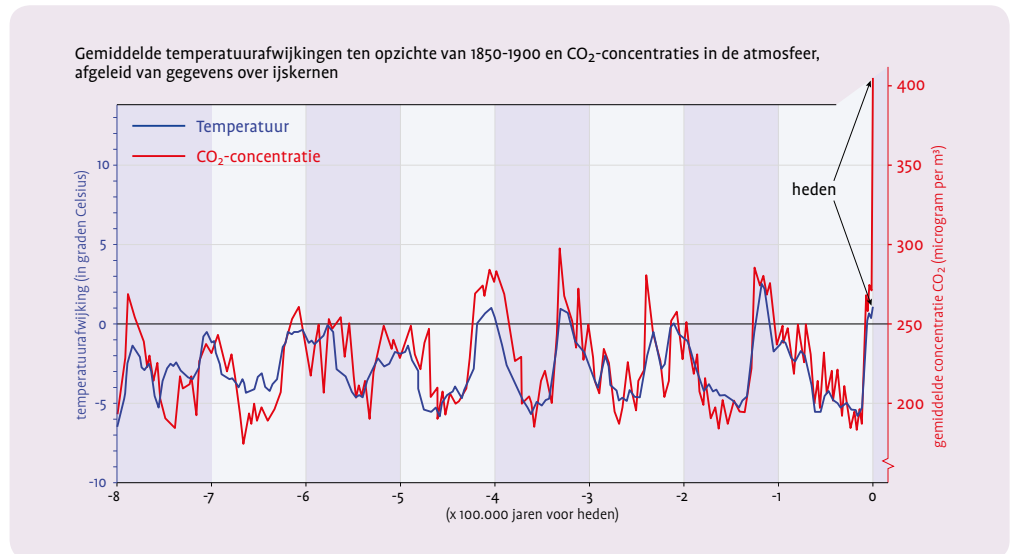
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

1

Barometer > Klimaat

Het klimaat verandert voortdurend. Dat heeft verschillende oorzaken. Zo is de intensiteit van zonnestraling niet altijd hetzelfde. Daarbij kunnen vulkaanuitbarstingen zoveel stof de lucht inblazen, dat de hoeveelheid zonnestraling die door de atmosfeer heen dringt tijdelijk afneemt. Ook de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer kent grote schommelingen. Gevolg: de gemiddelde temperatuur op aarde ging de afgelopen millennia afwisselend omhoog en omlaag. Het verschil kan oplopen tot wel 6 °C.

Toch is er de afgelopen eeuw iets opmerkelijks aan de hand. Sinds het begin van de industriële revolutie is de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer extreem snel toegenomen. Wetenschappers zijn het erover eens dat dit het gevolg is van het verbranden van steenkool, aardolie en aardgas – fossiele brandstoffen die de mens pas sinds 1850 gebruikt (eerst steenkool, later ook olie en gas). Ook verandering van het landgebruik en ontbossing spelen een rol. De gemiddelde temperatuur op aarde steeg daardoor al 1 tot 2 °C. Naar verwachting zet deze stijging zich nog een hele tijd door. Dat heeft grote gevolgen, ook in Nederland.



De temperatuur gaat omhoog

Meer wateroverlast door zware buien

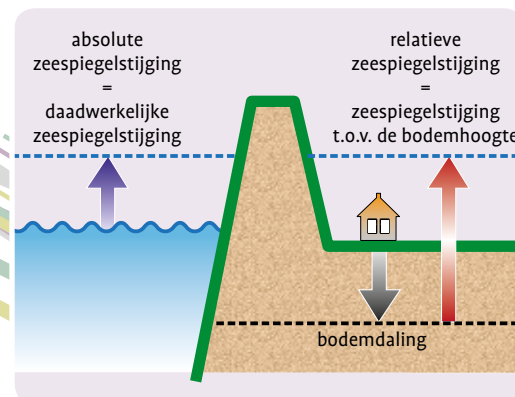
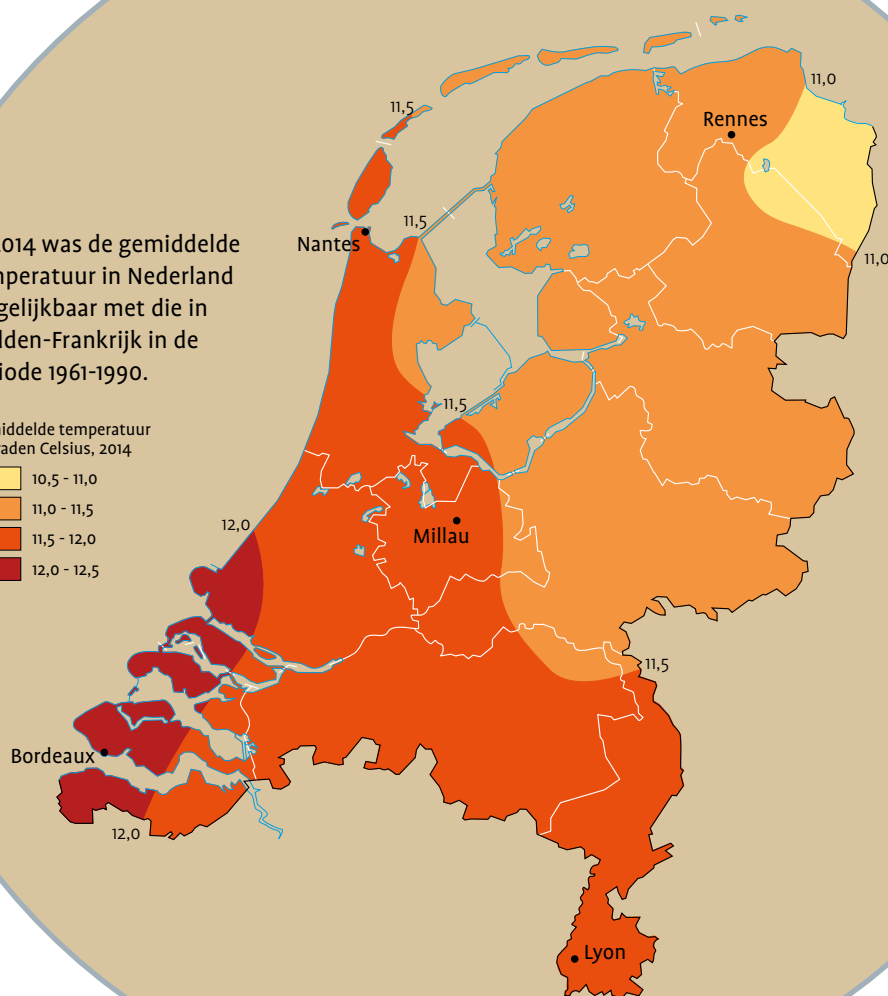


Zeer zware regenbuien in juni 2013 veroorzaakten veel wateroverlast in Overijssel. Dat zorgde voor veel oponthoud, onder andere in Almelo, waar enkele wegen blank kwamen te staan.

Ons weer lijkt steeds meer op dat van Midden-Frankrijk

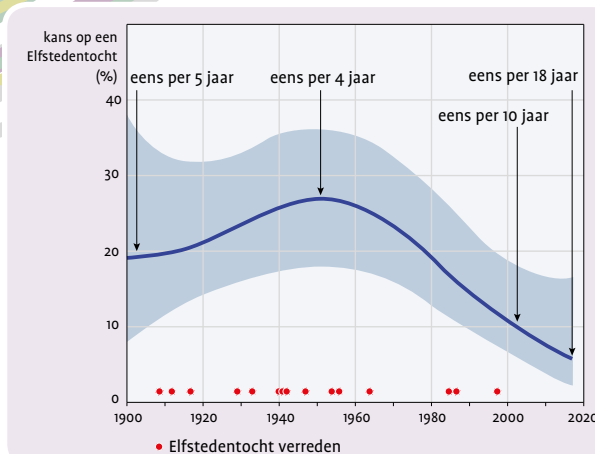
In 2014 was de gemiddelde temperatuur in Nederland vergelijkbaar met die in Midden-Frankrijk in de periode 1961-1990.

Gemiddelde temperatuur in graden Celsius, 2014



De zeespiegel stijgt

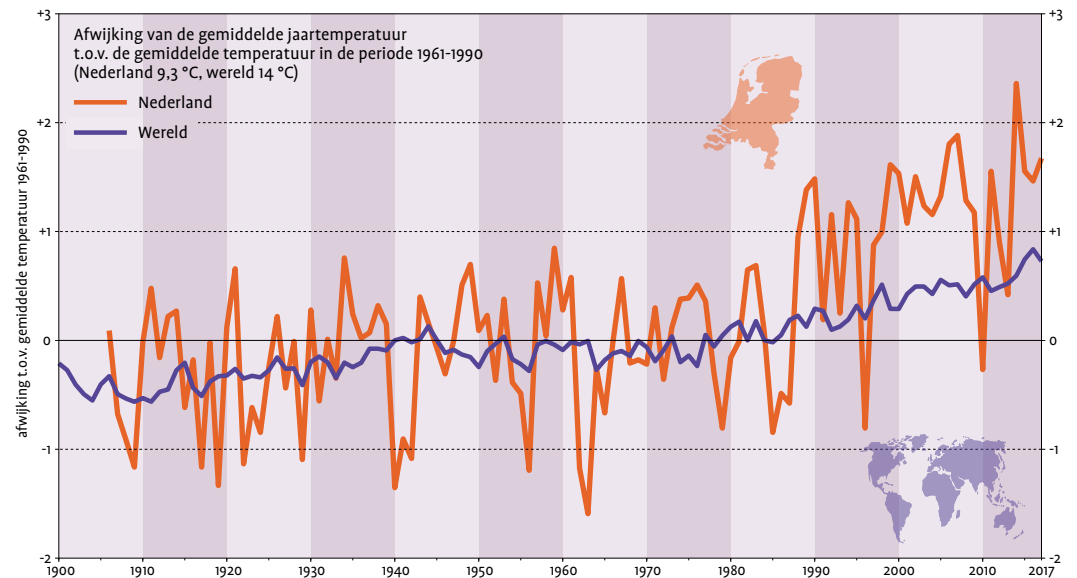
Kleinere kans op Elfstedentocht



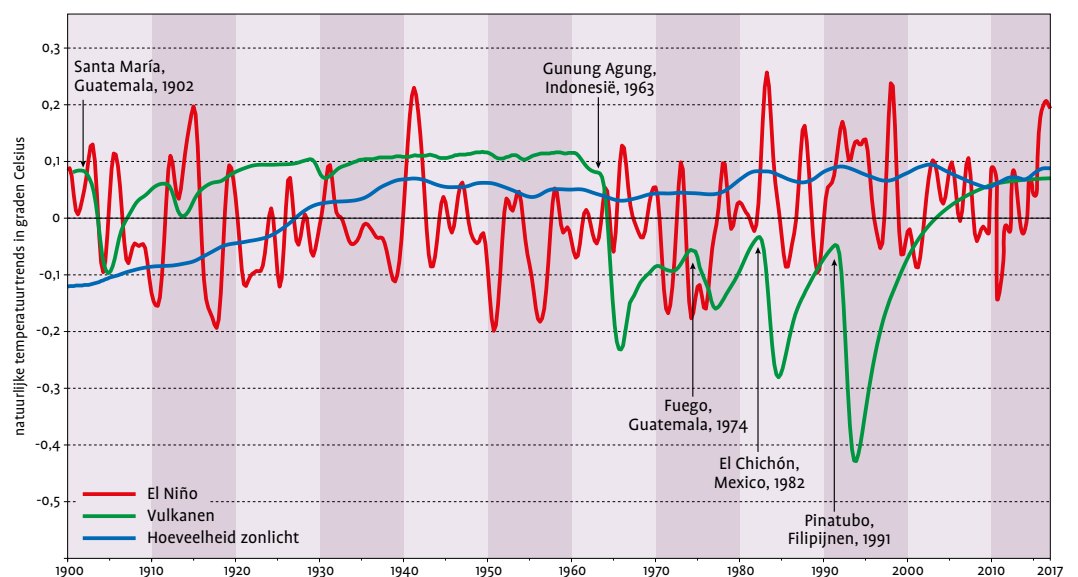
De atmosfeer warmt op

Sinds het pre-industriële tijdperk is de gemiddelde temperatuur op aarde met ongeveer 1 °C gestegen, in Nederland zelfs met bijna 2 °C. De belangrijkste oorzaak voor de temperatuurstijging in de laatste vijftig jaar is een door de mens veroorzaakte versterking van het 'broeikaseffect': de zon verwarmt de aarde, de aarde straalt de warmte weer uit, broeikasgassen houden de warmtestraling vast. De versterking is het gevolg van extra uitstoot van broeikasgassen, zoals kooldioxide (CO₂) en methaan (CH₄). Daarnaast zijn er natuurlijke processen die invloed hebben op de gemiddelde temperatuur op aarde: variaties in de hoeveelheid zonlicht, vulkaanuitbarstingen en El Niño. Maar de mondiale temperatuurschommelingen door deze natuurlijke variaties zijn niet groter dan een paar tienden van graden gedurende enkele tot tientallen jaren.

1 Temperatuurstijging in Nederland en de wereld



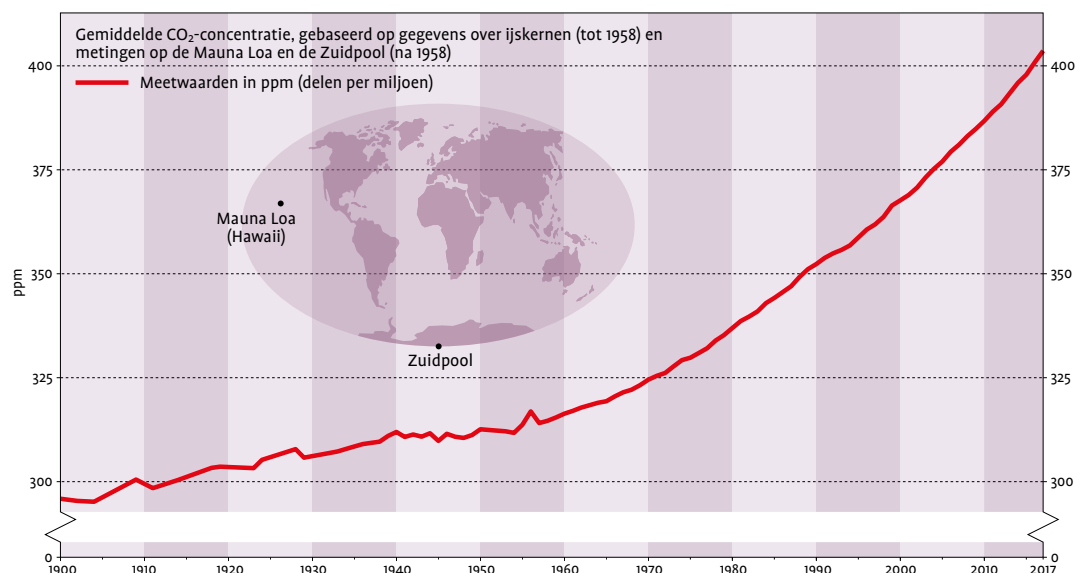
2 Temperatuurafwijking door natuurlijke oorzaken



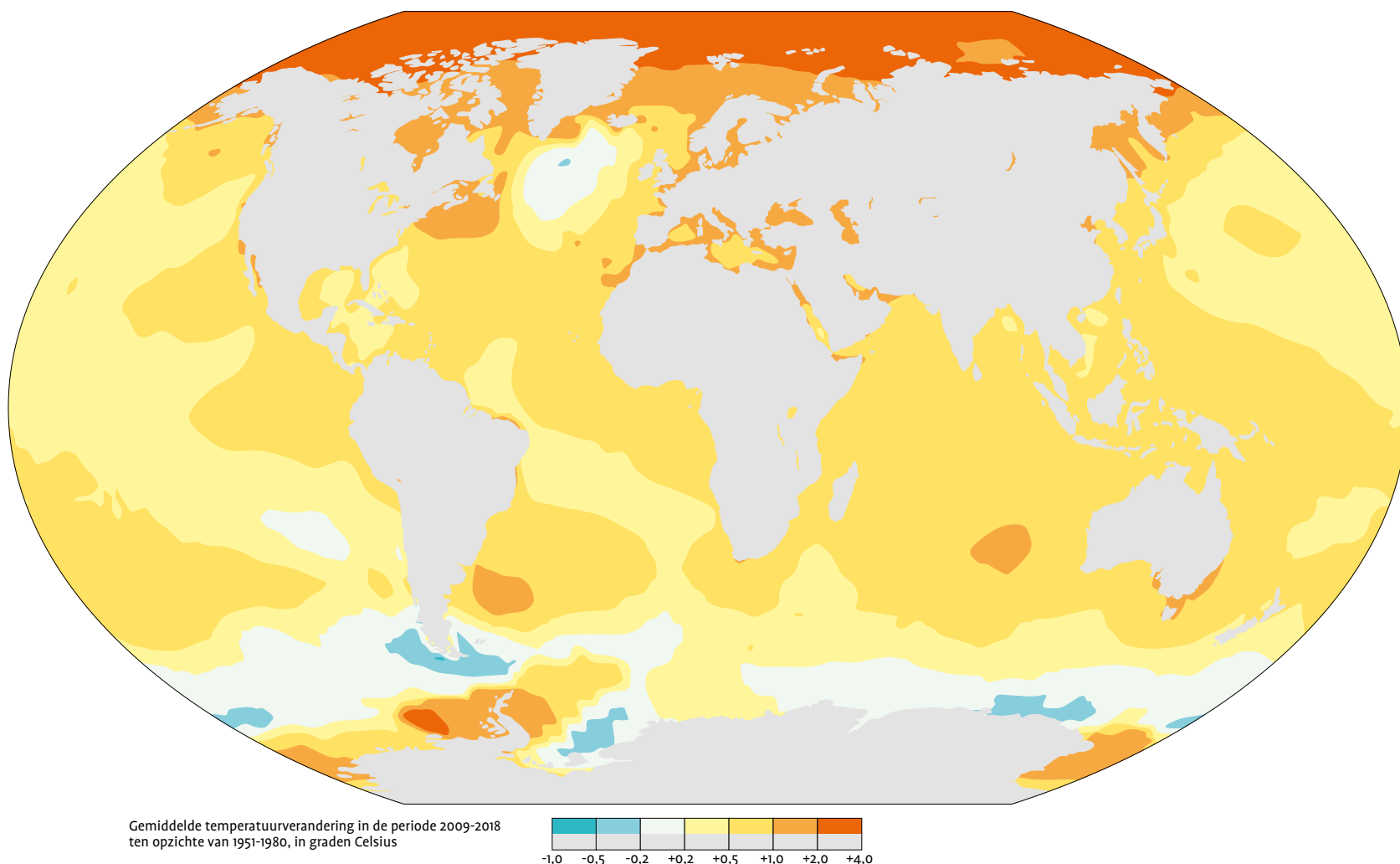
1 - 3 CO₂-uitstoot belangrijkste oorzaak

Weer en klimaat zijn grillig. De geleidelijk stijgende temperatuur kent flinke jaarlijkse schommelingen. De wereldwijde stijging was het duidelijkst tussen 1910 en 1940 en tussen 1970 en 1998. Ook vanaf 2013 stijgt de temperatuur weer snel. Sinds 1950 verloopt de opwarming in Nederland ongeveer twee keer zo snel als het wereldgemiddelde. De winters zijn zachter doordat de wind vaker uit het zuidwesten komt. En door een toename van de zonnestraling (gevolg van afnemen van de luchtverontreiniging) zijn de zomers extra warm. De bijdrage van natuurlijke oorzaken aan de temperatuurstijging in de laatste vijftig jaar is niet groter dan enkele tienden van graden Celsius. De belangrijkste oorzaak is de uitstoot van CO₂ door de mens. De afgelopen 800.000 jaar was de concentratie CO₂ in de atmosfeer nooit hoger dan 300 ppm (delen per miljoen). Sinds 1850 steeg de concentratie snel, tot 415 ppm in 2019.

3 CO₂-concentratie in de atmosfeer



4 Temperatuurverandering in de afgelopen veertig jaar



4 Noordpool warmt sneller op dan Zuidpool

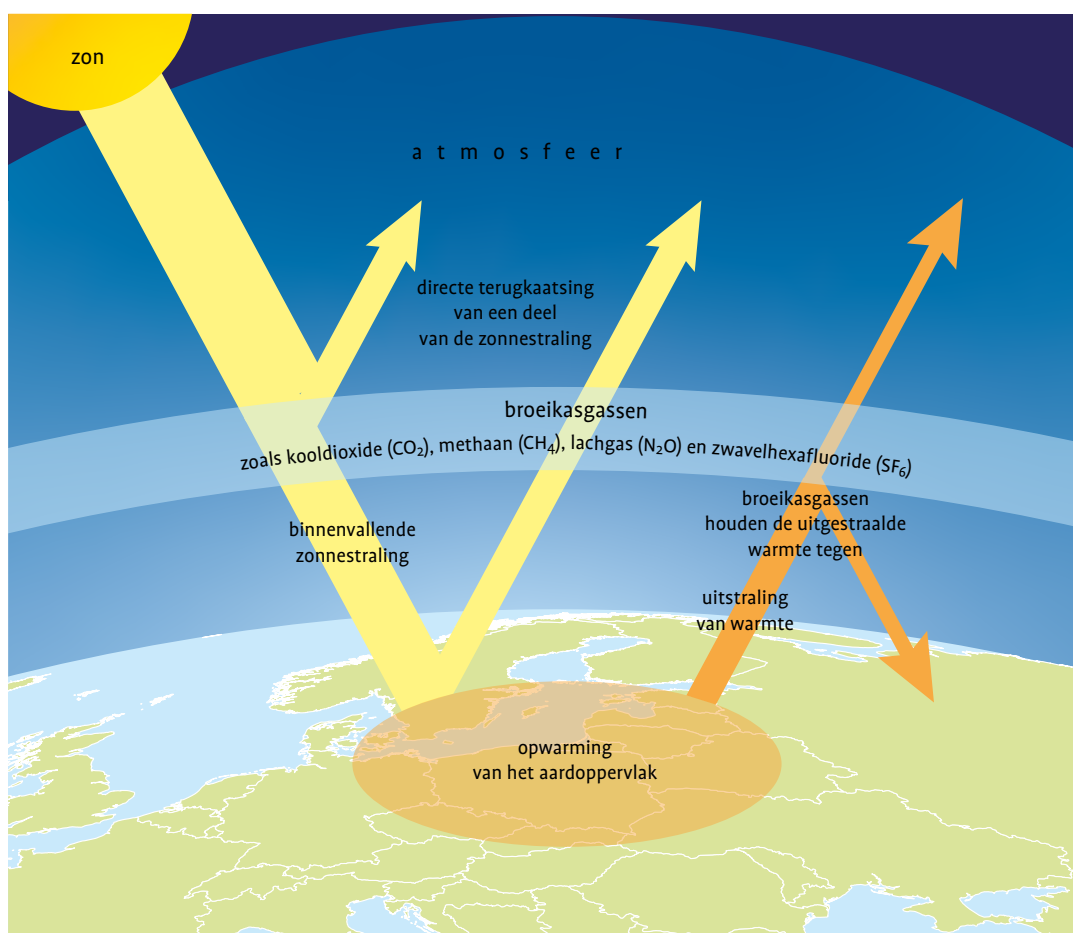
De opwarming van de aarde kent grote lokale verschillen. Zo warmt de Noordpool veel sterker op dan de Zuidpool. Dit verschil is het gevolg van oceaanstromingen: bij de Zuidpool komt koud water omhoog vanaf de zeebodem. Dit koude water remt de opwarming af. Op de Noordpool is de afgelopen decennia ruim 40% van het zee-ijs verdwenen. Minder ijs betekent minder weerkaatsing van zonlicht. Daardoor neemt de opwarming nog verder toe.

Een andere opmerkelijk verschil is dat tussen land en water. Grote landmassa's warmen sneller op dan oceanen. Water is namelijk voortdurend in beweging, waardoor warm en koud water kunnen mengen en de temperatuur minder snel stijgt dan die van het landoppervlak.

5 Versterkt broeikaseffect

Een derde van het zonlicht wordt direct teruggekaatst door de atmosfeer en de aarde. De rest zorgt voor opwarming van het aardoppervlak. In de vorm van warmte straalt de aarde deze energie weer uit. Enkele van nature in de atmosfeer aanwezige gassen (voornamelijk waterdamp) houden een deel van deze warmtestraling tegen. Dit 'broeikaseffect' is gunstig: het houdt de temperatuur op 15 °C (in plaats van 18 °C onder nul). Doordat de mens sinds 1850 meer broeikasgas in de atmosfeer heeft gebracht, is tegenwoordig sprake van een versterkt broeikaseffect.

5 Broeikaseffect

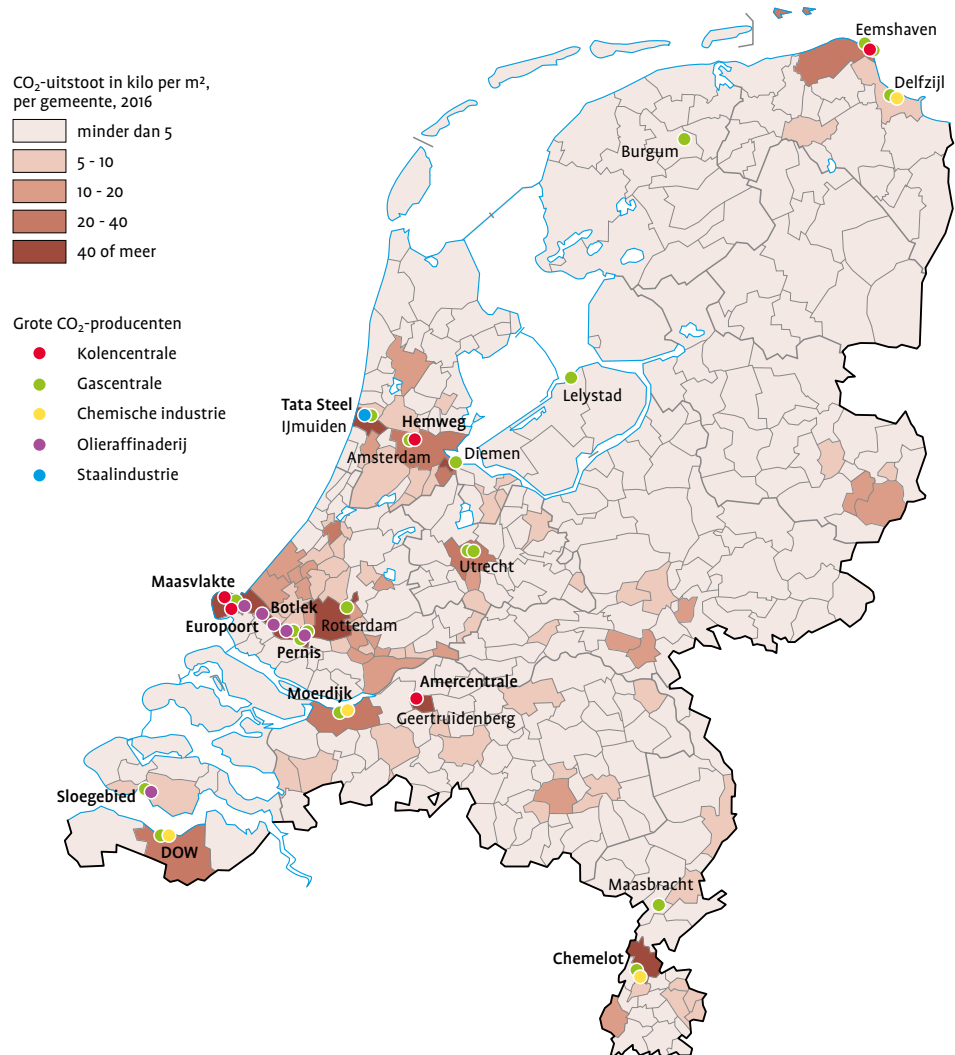


Uitstoot van broeikasgassen

De belangrijkste broeikasgassen zijn kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en waterdamp. Niet alle broeikasgassen dragen evenveel bij aan het broeikaseffect. Om de afzonderlijke gassen met elkaar te kunnen vergelijken, worden ze omgerekend naar 'CO₂-equivalenten'. Zo draagt 1 kilo CH₄ 25 keer zoveel bij aan het broeikaseffect als 1 kilo CO₂ en is daarmee gelijk aan 25 kilo CO₂-equivalenten.

Koolstof is opgeslagen in fossiele brandstoffen (aardolie, steenkool, aardgas) en hout en komt als CO₂ weer vrij bij het verbranden (of wegrotten). Methaan komt in de lucht via boeren en winden van dieren en mensen, bij het verbouwen van rijst en uit afvalstortplaatsen, moerassen en ontdooiende permafrost. Lachgas komt vrij uit grond die bemest is met kunstmest of dierlijke mest. Andere broeikasgassen zijn waterdamp en fluorgassen (hfk's, pfk's) uit onder andere spuitbussen, airco's en koelkasten.

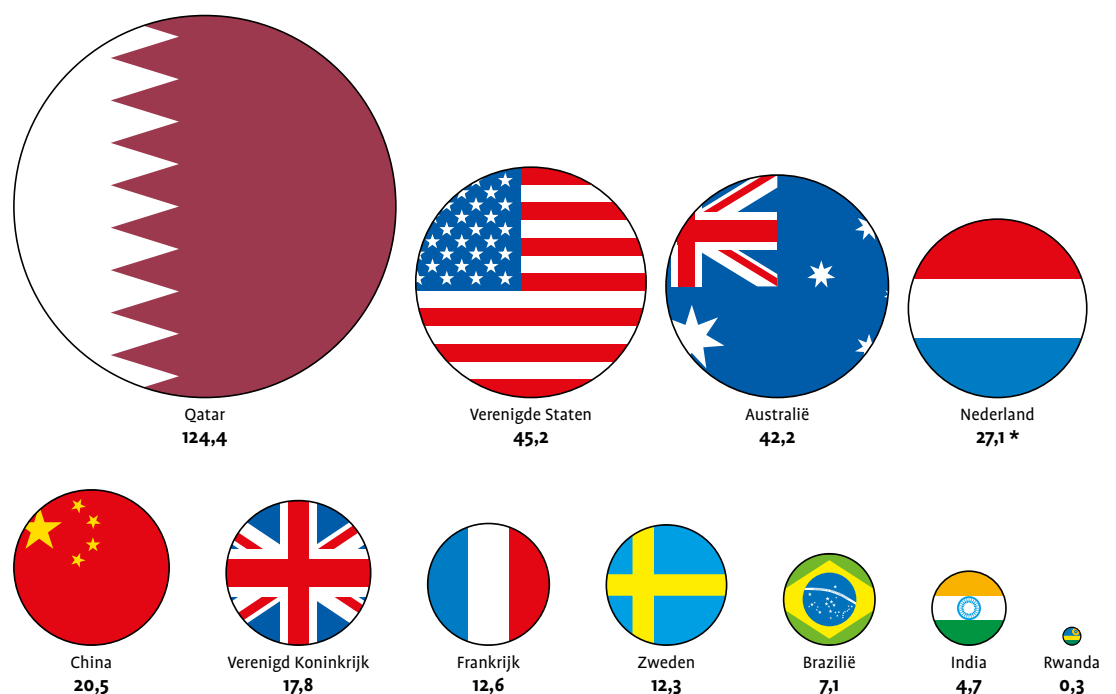
1 CO₂-uitstoot per gemeente



2 CO₂-uitstoot per inwoner

1, 3, 4 Grootste uitstoot op het noordelijk halfrond

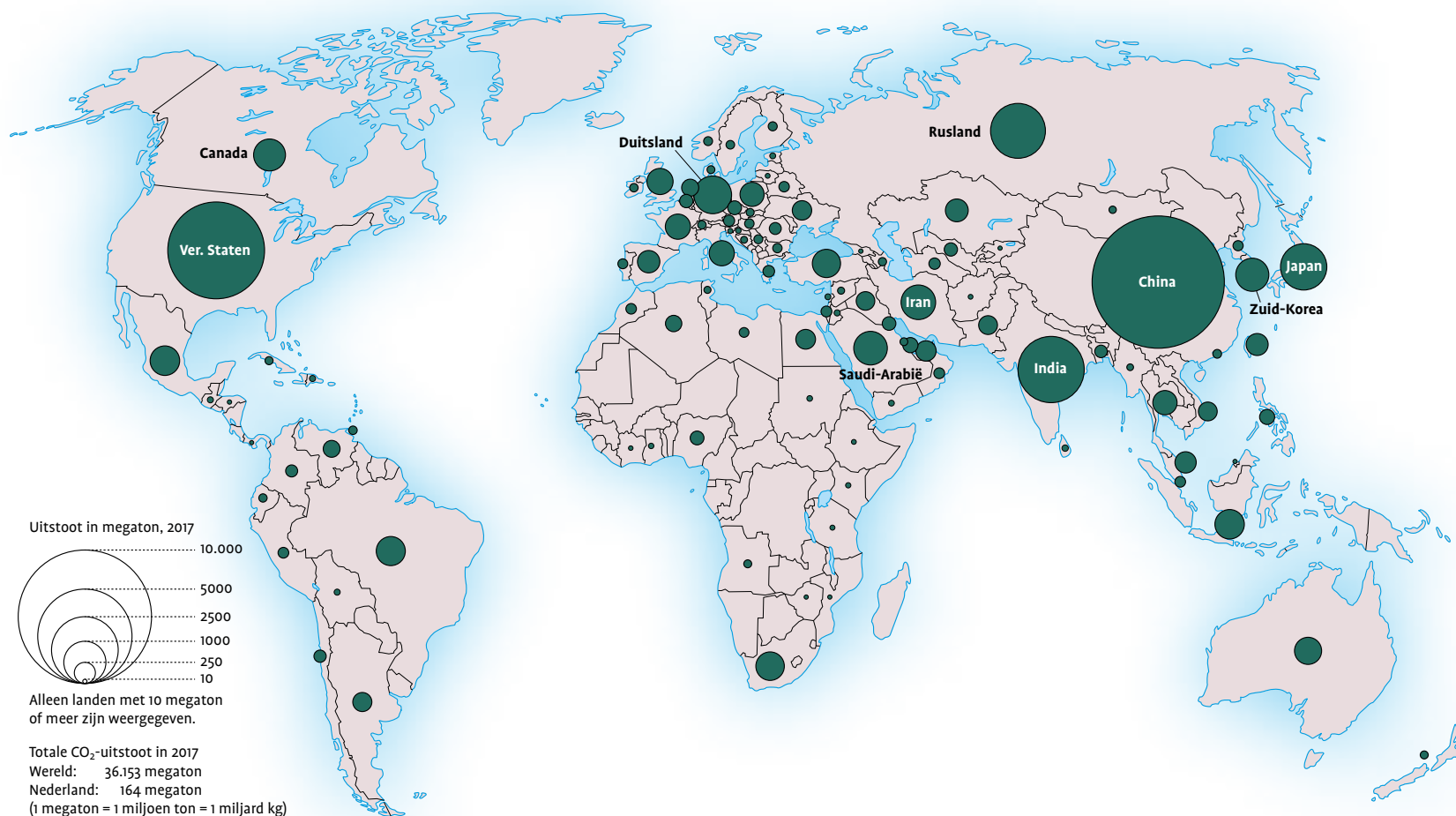
Factoren die van invloed zijn op de hoogte van de CO₂-uitstoot van een land zijn: de welvaart, de rol van olie in de economie, de meest gebruikte transportmiddelen, de voor elektriciteitsproductie gebruikte brandstof, de industrie, de landbouw en het overheidsbeleid. Wereldwijd is de uitstoot van CO₂ het grootst in de sterke economieën op het noordelijk halfrond: China, Verenigde Staten, Europese Unie, Rusland en Japan. Direct daarna volgen het dichtbevolkte India en de oliestaten in het Midden-Oosten. In Nederland is de uitstoot van CO₂ het grootst in gemeenten met kolen- en gasgestookte elektriciteitscentrales of grote industrieën, zoals Velsen (IJmuiden), Geertruidenberg en Rotterdam.



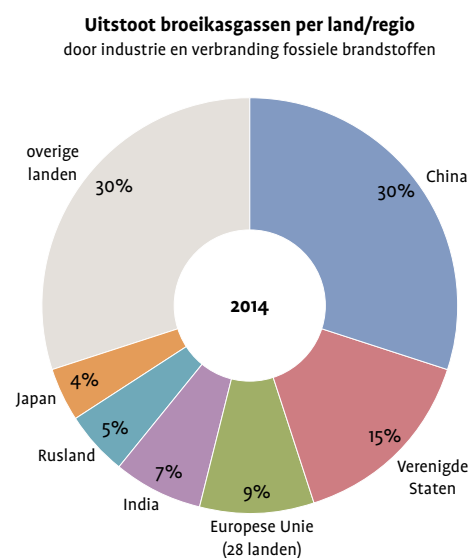
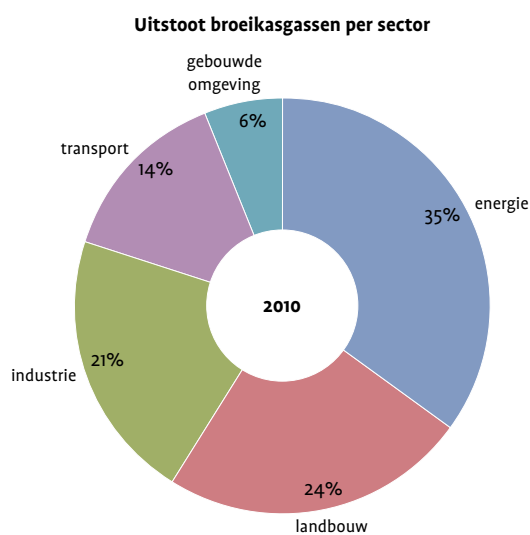
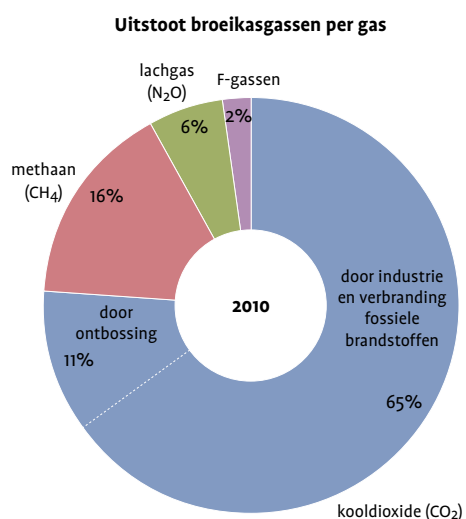
in kilo per inwoner per dag, 2016

* Deze waarde voor Nederland volgens de Wereldbank wijkt enigszins af van CBS-cijfers over klimaatvoetafdruk, onder andere vanwege een ander meetjaar en omdat de Wereldbank alleen CO₂ meerekent (geen andere broeikasgassen)

3 CO₂-uitstoot per land



4 Uitstoot broeikasgassen wereldwijd



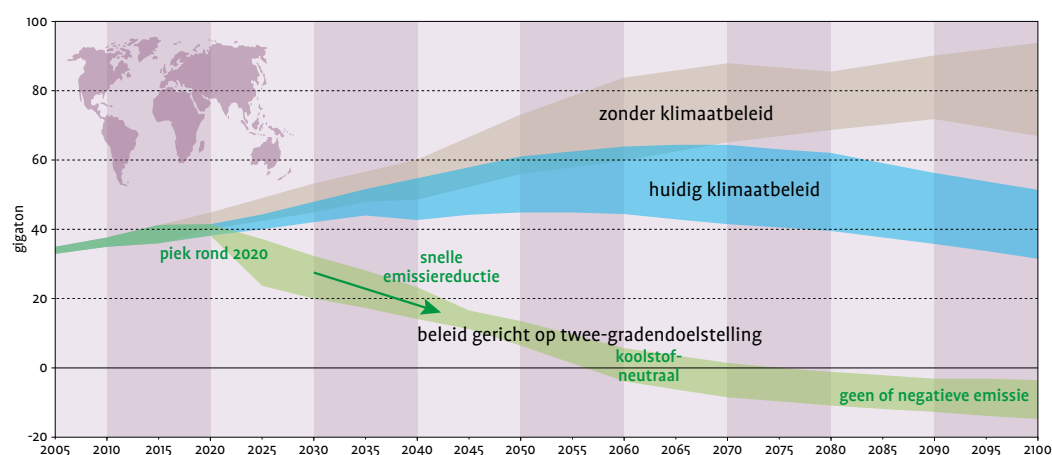
2 Bijdrage landbouw en industrie

Nederland stoot per persoon relatief veel CO₂ uit. Dat komt mede door de bijdragen van raffi-naderijen, chemische industrie en de landbouw. Deze sectoren zijn slechts in Nederland geves-tigd, hun productie exporteren ze voor een groot deel.

5 Naleving internationale afspraken

Naar verwachting neemt de CO₂-uitstoot nog toe tot 2020. Of en hoe snel de uitstoot daarna afneemt, is afhankelijk van de naleving van de internationale afspraken. Om de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer te laten afnemen, moet er CO₂ worden afgevangen en langdurig opgeslagen ('negatieve emissie').

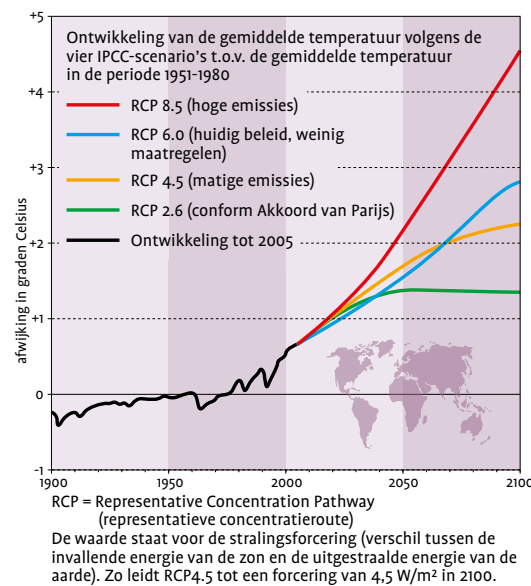
5 CO₂-uitstoot in de toekomst



Klimaat effecten wereldwijd

Klimaatverandering heeft effecten op de mens, op de leefomgeving en op de natuur. Veel van die effecten zijn negatief (smeltende gletsjers, wateroverlast, afname biodiversiteit), sommige effecten zijn positief (grotere kans op aantrekkelijk weer) en er zijn grote regionale verschillen. Naar verwachting nemen veel effecten van klimaatverandering, waaronder hitte, droogte en extreme neerslag, in de nabije toekomst verder toe.

1 Klimaatscenario's van IPCC



1 - 2 De invloed van klimaatbeleid

Om te laten zien hoe groot de invloed van klimaatbeleid kan zijn, ontwikkelden klimaat-experts enkele toekomstscenario's. Deze experts zijn verbonden aan het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), een VN-organisatie die onderzoek naar klimaatverandering beoordeelt. Zonder klimaatbeleid is de temperatuurstijging veel groter dan wanneer wél maatregelen worden genomen. Ook technologische doorbraken zijn belangrijk. Klimaatverandering heeft effecten op de leefomgeving (zoals oceanen en kusten), op de natuur (zoals koraalriffen) en op menselijke activiteiten (zoals landbouw en economie). Sommige effecten, bijvoorbeeld het smelten van gletsjers, zijn volledig toe te schrijven aan klimaatverandering; andere effecten, bijvoorbeeld hongersnoden, hebben meerdere oorzaken.

2 Waargenomen en verwachte effecten op mens, leefomgeving en natuur

Bijdrage van klimaatverandering			(naarmate de temperatuur verder stijgt, neemt de kans op de genoemde effecten toe)		
Mens	Leefomgeving	Natuur			
<ul style="list-style-type: none"> Hogere landbouwopbrengsten (door meer CO₂) Meer toerisme en recreatie Meer hongersnoden (veel andere oorzaken) Meer vluchtelingen (veel andere oorzaken) Meer insectenplagen 	<ul style="list-style-type: none"> Grotere intensiteit van orkanen (vooral Noord-Atlantisch bekken) Meer droogtes (andere oorzaken vaak belangrijker, zoals slecht waterbeheer, overbeweiding) Zware buien Veranderende weerpatronen Meer overstromingen Zeespiegelstijging Afname sneeuwdek Verzuring oceanen Ontdooiende permafrost, waardoor extra broeikasgassen (CO₂ en methaan) vrijkomen Smeltende gletsjers 	<ul style="list-style-type: none"> Vergroening van de aarde (door meer CO₂) Meer branden (bossen, savannes, veengebieden) Aantasting mangrovebossen (temperatuurgevoelig) Afname biodiversiteit Invasie niet-inheemse soorten Aantasting en verbleking koraalriffen (zeer temperatuurgevoelig) 			

4 Orkaan Harvey in Texas, augustus 2017



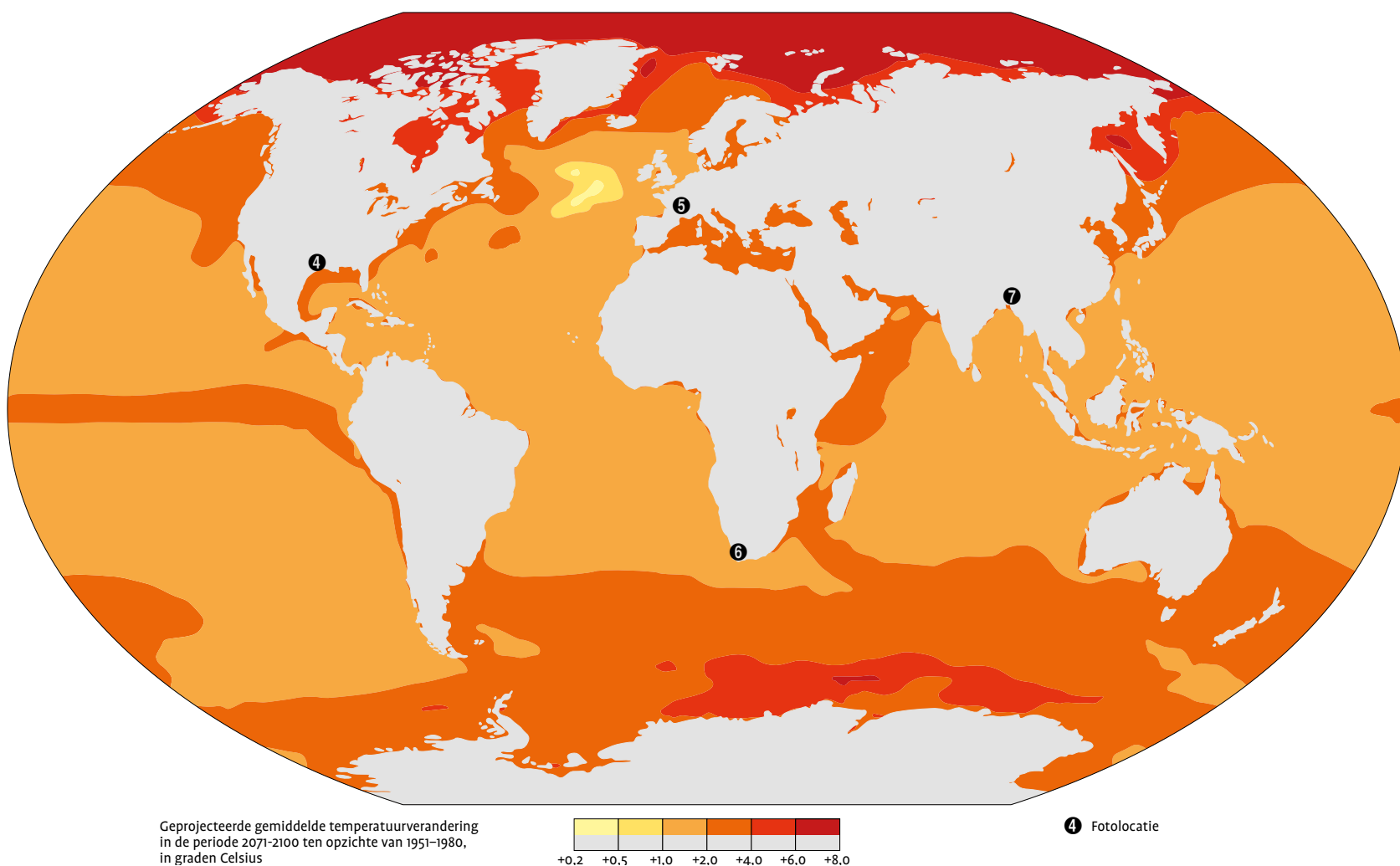
Van 26 tot en met 28 augustus 2017 veroorzaakte orkaan Harvey zeer zware regenval en wateroverlast in Houston en omgeving. Bij grootschalige overstromingen vielen 80 dodelijke slachtoffers en ontstond grote economische schade. Tienduizenden inwoners van Houston moesten op zoek naar een veilig onderkomen. Door klimaatverandering is de kans op zulke extreme neerslag in het gebied rond de Golf van Mexico tegenwoordig drie keer zo groot als voorheen. De neerslagintensiteit is met 15% toegenomen.

5 Extreme hitte in West-Europa en Scandinavië, zomer 2019



Na een eerste hittegolf in juni kregen West-Europa en Scandinavië in juli 2019 te maken met nog een extreem warme periode. Vele hitterecords werden gebroken. In Nederland en België werden voor het eerst temperaturen van meer dan 40 °C gemeten. In een ongewijzigd klimaat zou de waargenomen temperatuur 1,5 tot 3 °C lager zijn geweest. Zonder menselijke invloed op het klimaat is de kans op dergelijke temperaturen extreem klein, namelijk minder dan eens in de duizend jaar.

3 Temperatuurverandering tot 2100 volgens IPCC-klimaatscenario RCP 6.0 (huidig beleid)



3 Grotere kans op extreem weer

De temperatuurstijging verloopt niet overal hetzelfde, er zijn grote regionale verschillen. Boven land is de temperatuur 1 of 2 °C hoger dan boven de oceanen; bij de Noordpool kan de stijging oplopen tot meer dan 6 °C. In de hele wereld zijn de effecten van klimaatverandering nu al merkbaar.

Sinds enkele jaren onderzoeken wetenschappers de rol van door de mens veroorzaakte klimaatverandering op extreem weer, zoals hittegolven, overstromingen, zware stormen en periodes van langdurige droogte. Plaatselijk neemt de kans op zulke gebeurtenissen toe, met tientallen tot honderden procenten. Zo is in West-Europa de

kans op een hittegolf zoals die van mei tot juli 2018, tegenwoordig twee keer zo groot. Maar de zware stormen die in januari 2018 grote schade aanrichtten in Nederland en Duitsland zijn niet toe te schrijven aan klimaatverandering. Wel is er een kleine kans dat de maximale windsterkte toeneemt.

6 Watercrisis Kaapstad, 2015-2017



Gedurende drie opeenvolgende jaren (2015-2017) regende het in de provincie Wes-Kaap in Zuid-Afrika veel minder dan normaal. Dit langdurige neerslagtekort veroorzaakte een acuut watertekort in Kaapstad. Water ging op raken. Maandenlang leefden de vier miljoen inwoners met het doemscenario van 'Day Zero', de dag dat er helemaal geen water meer uit de kraan zou komen. Hoewel nog steeds zeer zeldzaam, is zo'n watercrisis door klimaatverandering tegenwoordig drie keer zo waarschijnlijk.

7 Overstroming in Bangladesh, 2017



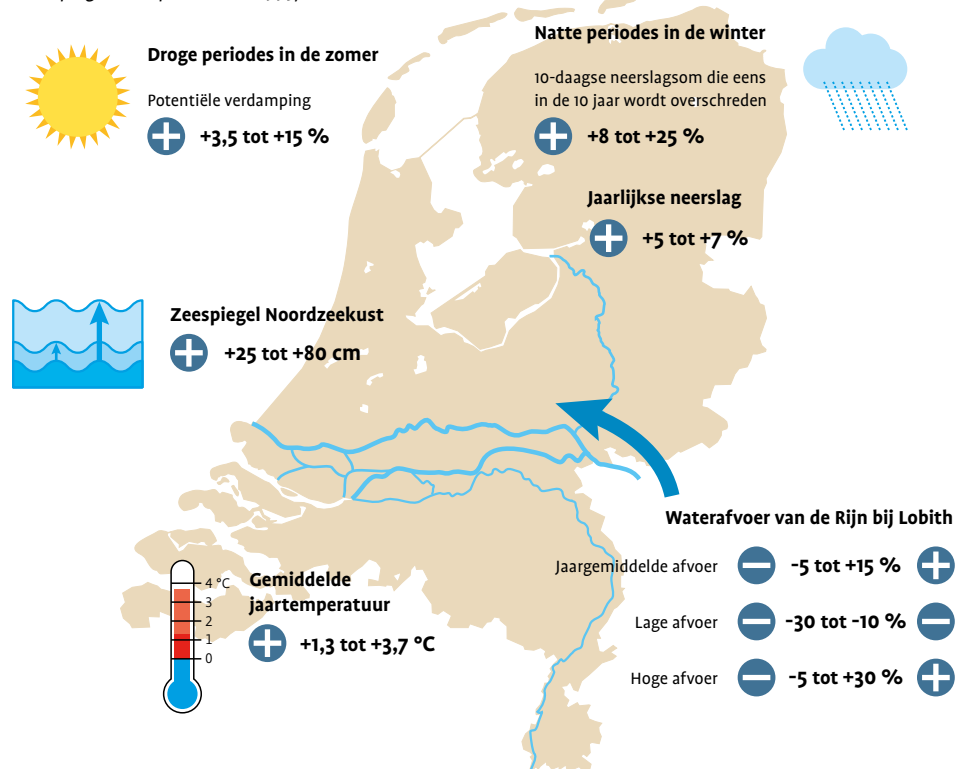
In augustus 2017 werd Bangladesh getroffen door een van de ergste overstromingen uit de recente geschiedenis. In Bangladesh werden meer dan 650.000 huizen verwoest en liepen 13.000 mensen een ernstige ziekte op: diarree, malaria en knokkelkoorts. In Nepal, India en Bangladesh kwamen 1500 mensen om het leven. De kans op zo'n extreme gebeurtenis is sinds de pre-industriële tijd toegenomen met tientallen procenten. Ook andere factoren spelen een rol: bevolkingsgroei en verandering van het landgebruik.

Klimaat effecten in Nederland

Vanwege de lage ligging is Nederland kwetsbaar voor klimaatverandering. Een groot deel van de bevolking woont en werkt in gebieden die kunnen overstroomd worden. Om het land bereikbaar, leefbaar en veilig te houden, is het nodig om de dijken te versterken, steden anders in te richten en infrastructuur aan te passen. Dat is duur en kost veel tijd. Daarom is het van belang de mogelijke effecten van klimaatverandering tijdig in kaart te brengen. Gebruikmakend van wetenschappelijke kennis stelt het KNMI scenario's op voor klimaatveranderingen die plausibel zijn in de nabije toekomst, en specifiek voor de Nederlandse situatie.

1 Effecten van klimaatverandering

Mogelijke veranderingen in klimaatperiode 2071-2100 ten opzichte van klimaatperiode 1981-2010 (voor zeespiegel ten opzichte van 1995)



1 Warmer, natter en een stijgende zeespiegel

Het KNMI baseert de klimaatscenario's voor Nederland op waarnemingen, klimaatmodellen en het oordeel van experts. De klimaatscenario's tonen niet alleen de door de mens veroorzaakte klimaatverandering, maar ook natuurlijke variaties van het klimaat, zoals dagelijkse variatie in temperatuur, of langdurige kou in de winter. Volgens de klimaatscenario's van het KNMI gaan de temperaturen deze eeuw verder omhoog, zal de zeespiegel sneller stijgen, worden de winters natter en de regenbuien heviger, en neemt de kans op drogere zomers toe. Hoe groot deze veranderingen zijn, is onzeker. Zo is wel duidelijk

dat de zeespiegel deze eeuw zal stijgen, maar niet precies hoeveel: tussen de 25 en 80 cm.

2 Effecten op mens en maatschappij

Naast de directe effecten op het weer en het klimaat zijn er ook indirecte effecten op mens en maatschappij: (vooral oudere) mensen krijgen last van hittestress, vitale infrastructuur (zoals wegen, spoorwegen en het elektriciteitsnet) kunnen tijdelijk uitvallen, er komt meer droogte- en stormschade in de land- en tuinbouw, planten staan eerder in bloei en bij mensen kunnen allergieën en infecties toenemen. Om zulke problemen te voorkomen kun je als land twee dingen doen. Ten eerste: de uitstoot van

broeikasgassen verminderen, zodat de opwarming beperkt blijft. Deze aanpak staat bekend als 'mitigatie' of 'vermindering'. Ten tweede: maatregelen nemen om je aan te passen aan een ander klimaat. Dit wordt ook wel 'adaptatie' of 'aanpassing' genoemd. Het beste is om niet te kiezen tussen mitigatie en adaptatie, maar beide te doen. Ook burgers kunnen meewerken. Bijvoorbeeld door te zorgen voor minder tegels en meer groen in de tuin. Na een hevige bui kan regenwater daardoor makkelijker wegzakken in de bodem. Dit betekent minder wateroverlast door ondergelopen kelders en straten.

2 Maatschappelijke effecten van klimaatverandering



3 - 8 Klimateffecten in 2050

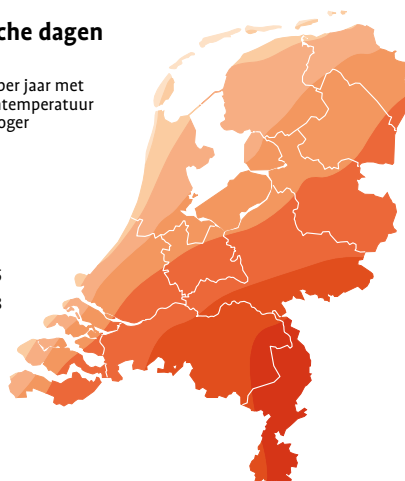
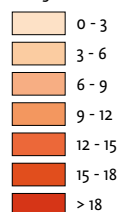
bij 2 °C mondiale temperatuurstijging en drogere zomers

Om ons land te kunnen aanpassen aan klimaatverandering zijn de klimateffecten in kaart gebracht. Dat is hier gebeurd voor het klimaatscenario van het KNMI dat de sterkste veranderingen laat zien: 2 °C mondiale temperatuurstijging in 2050 en een grote verandering van regionale luchtstromingspatronen.

Naar verwachting zal de temperatuur in de grote steden enkele graden hoger zijn dan op het platteland, bedraagt de kans op droogtestress op de zandgronden 10-20% en neemt de bodemdaling in de veenweidegebieden van West- en Noord-Nederland verder toe.

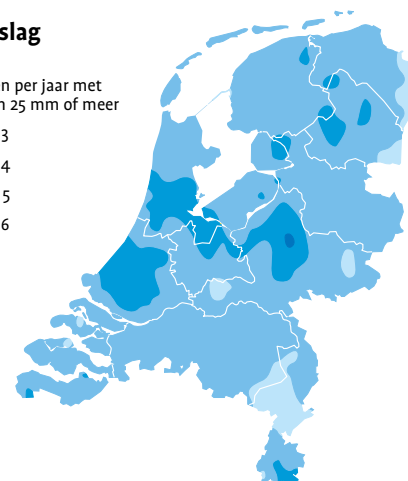
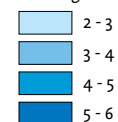
3 Tropische dagen

Aantal dagen per jaar met een maximumtemperatuur van 30 °C of hoger



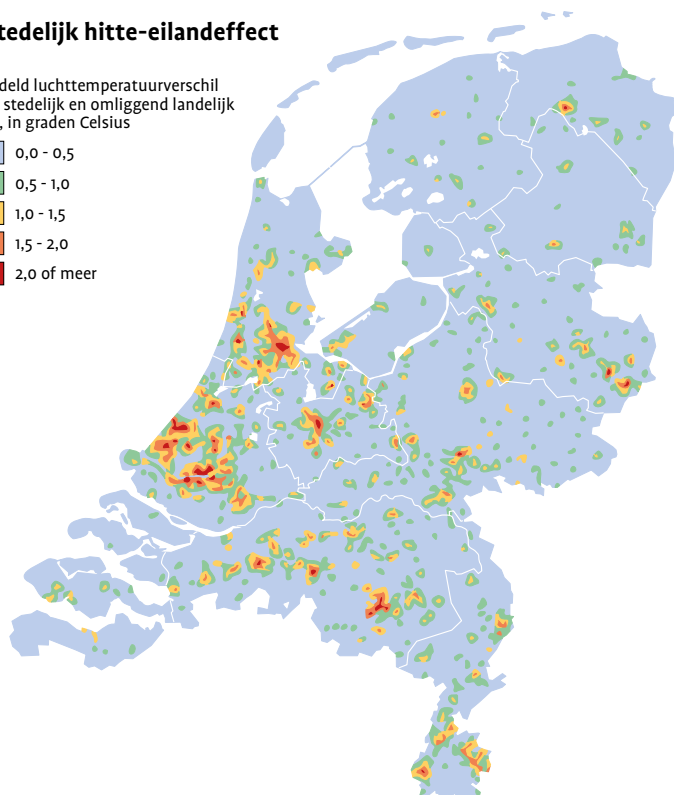
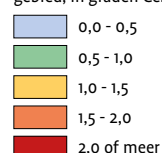
4 Neerslag

Aantal dagen per jaar met neerslag van 25 mm of meer



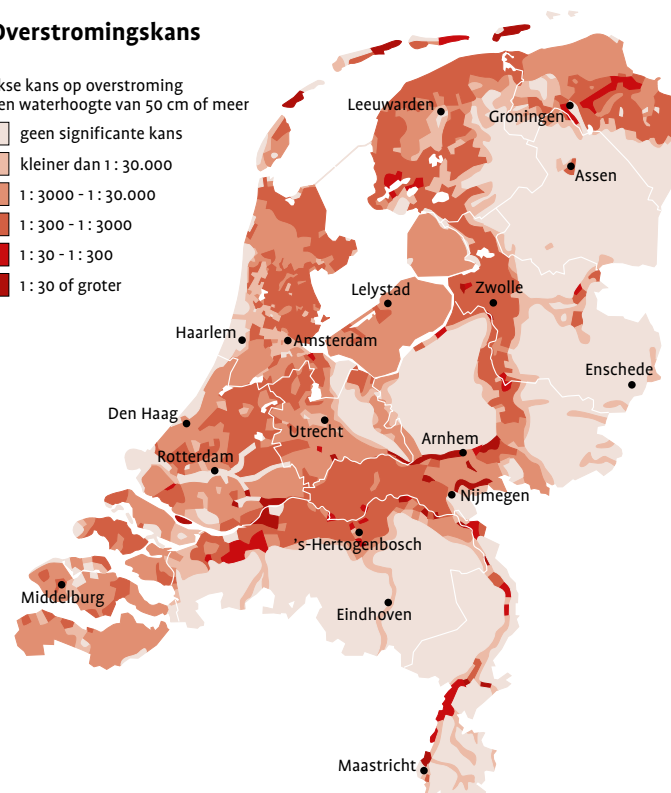
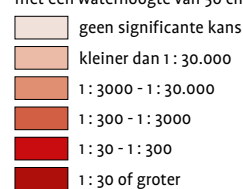
5 Stedelijk hitte-eilandeffect

Gemiddeld luchttemperatuurverschil tussen stedelijk en omliggend landelijk gebied, in graden Celsius



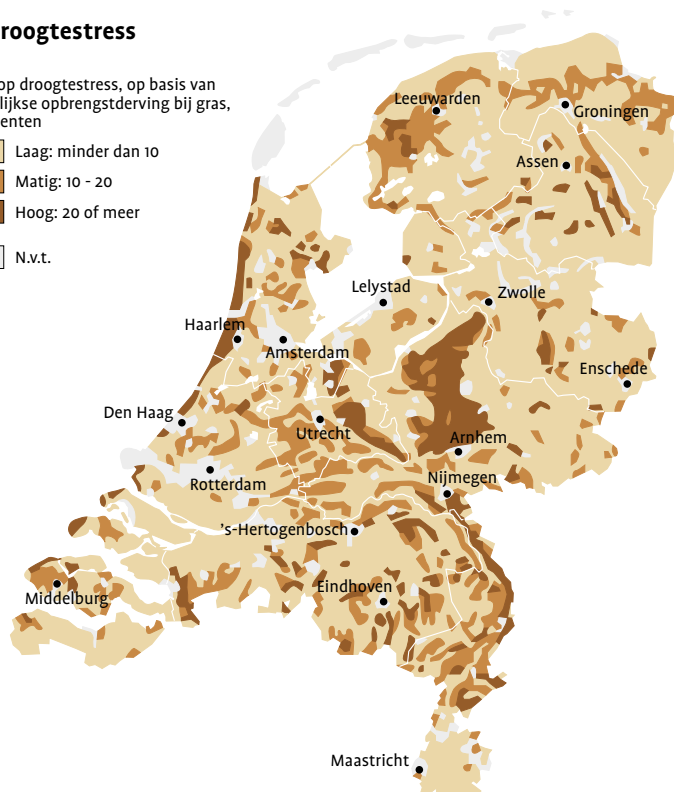
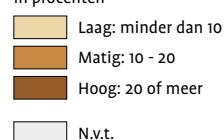
6 Overstromingskans

Jaarlijkse kans op overstroming met een waterhoogte van 50 cm of meer



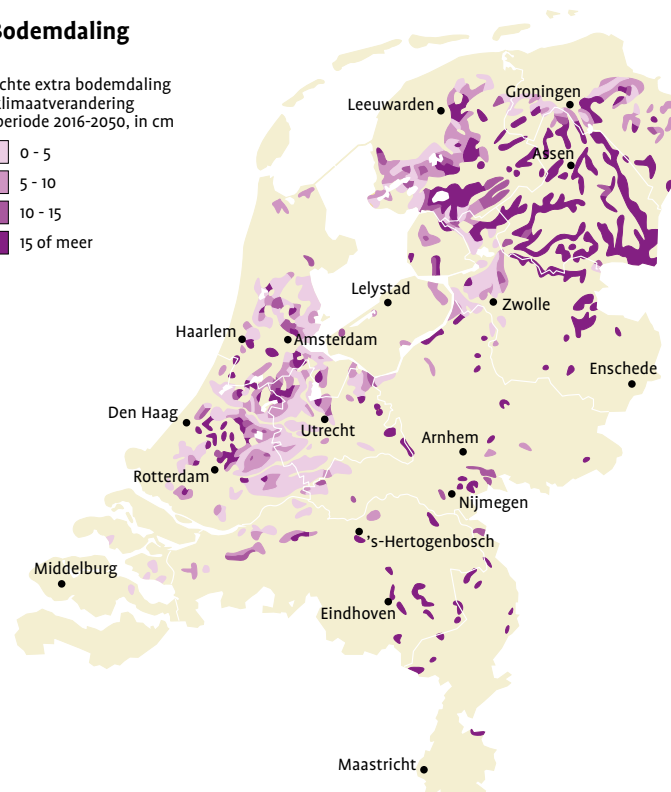
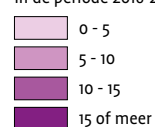
7 Droogtestress

Risico op droogtestress, op basis van de jaarlijkse opbrengstderving bij gras, in procenten



8 Bodemdaling

Verwachte extra bodemdaling door klimaatverandering in de periode 2016-2050, in cm



De Klimaatwet

Bijna alle landen ter wereld maken zich zorgen over klimaatverandering. Tijdens de grote VN-klimaatconferentie in 2015 in Parijs zijn doelen vastgelegd voor terugdringing van de mondiale uitstoot van broeikasgassen. Nederland heeft die VN-doelen vertaald in nationale reductiedoelen en deze vastgelegd in de Klimaatwet.



Akkoord van Parijs (2015)

- Stijging gemiddelde temperatuur op aarde blijft ruim onder 2 °C ten opzichte van het pre-industriële niveau (ca. 1850)
- Streven: maximaal 1,5 °C
- Streven: emissies terugbrengen tot nul
- Rijke landen ondersteunen ontwikkelingslanden

Ondertekend door 197 landen.
2017: de Verenigde Staten kondigen aan zich terug te trekken per 2020.

Nederlandse
uitwerking
Akkoord Parijs

Klimaatwet

aangenomen in 2019

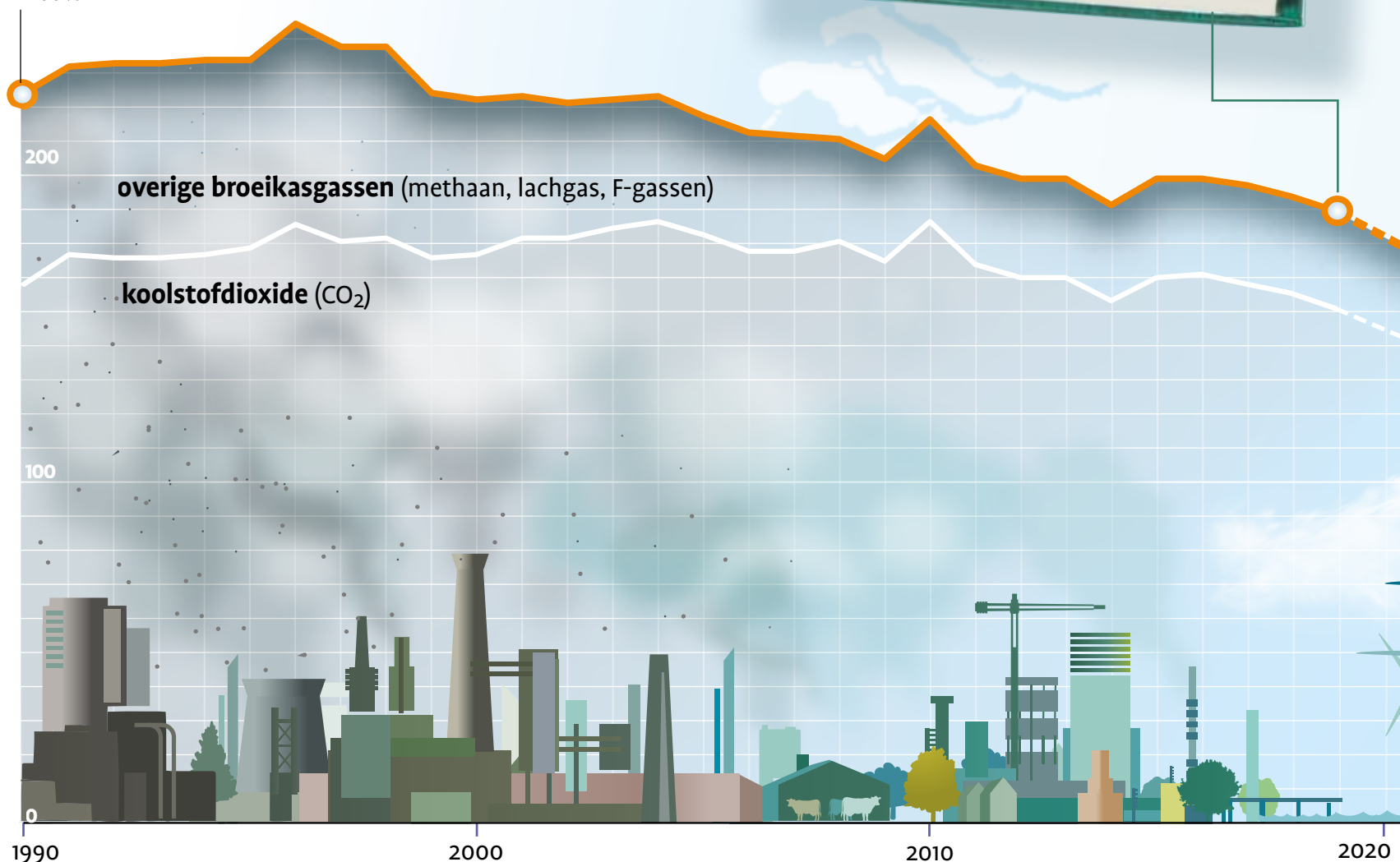
- Reductie broeikasgassen ten opzichte van 1990 van:
 - **minimaal 49% in 2030**
 - **minimaal 95% in 2050**
- **100%** CO₂-neutrale elektriciteitsopwekking in 2050

Ook legt de wet het verloop van de besluitvorming vast.

maatschappelijke invulling
Klimaatwet

totaal broeikasgassen in Nederland

221 megaton CO₂-equivalent
= 100%



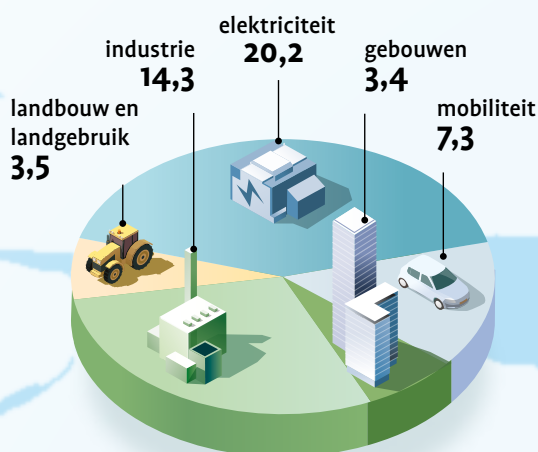
Klimaatakkoord

Klimaatakkoord gepresenteerd op 28 juni 2019.

Uitkomst van overleg aan zes klimaattafels tussen ruim honderd partijen* over concrete maatregelen.

Doelstelling:

Reductie van **48,7 megaton** CO₂-equivalent in 2030



**uitvoering
Klimaatakkoord
en ander
klimaatbeleid**

- **Gebouwen:** gemeentelijke wijkplannen voor isolatie en alternatieven voor gas
- **Mobiliteit:** elektrisch vervoer en minder zakelijke (auto)kilometers
- **Industrie:** efficiëntere processen, CO₂-opslag
- **Landbouw en landgebruik:** beter voer, tegengaan bodemdaling
- **Elektriciteit:** wind op zee, hernieuwbare energie op land

* Bedrijfsleven, vertegenwoordigers van overheden (Vereniging van Nederlandse Gemeenten, waterschappen, enz.), belangenorganisaties (ANWB, FNV, enz.) en milieuorganisaties (Greenpeace, Milieudefensie enz.)

Planning en uitvoering klimaatbeleid

Nationaal

Bewaking en bijstelling
door regering en parlement.
De 4e donderdag in oktober
is **Klimaatdag**.

De regering presenteert dan:

- **Klimaatplan**
beschrijving nationaal beleid,
verschijnt in 2019 en daarna
elke vijf jaar
- **Klimaatnota**
jaarlijkse rapportage
over uitvoering Klimaatplan;
elke twee jaar eventueel
aanvullende maatregelen



Regionaal

Duurzaamheidsmaatregelen
door overheden, netbeheerders en
bedrijfsleven. Hiervoor is Nederland
ingedeeld in regio's voor
Regionale Energiestrategieën.

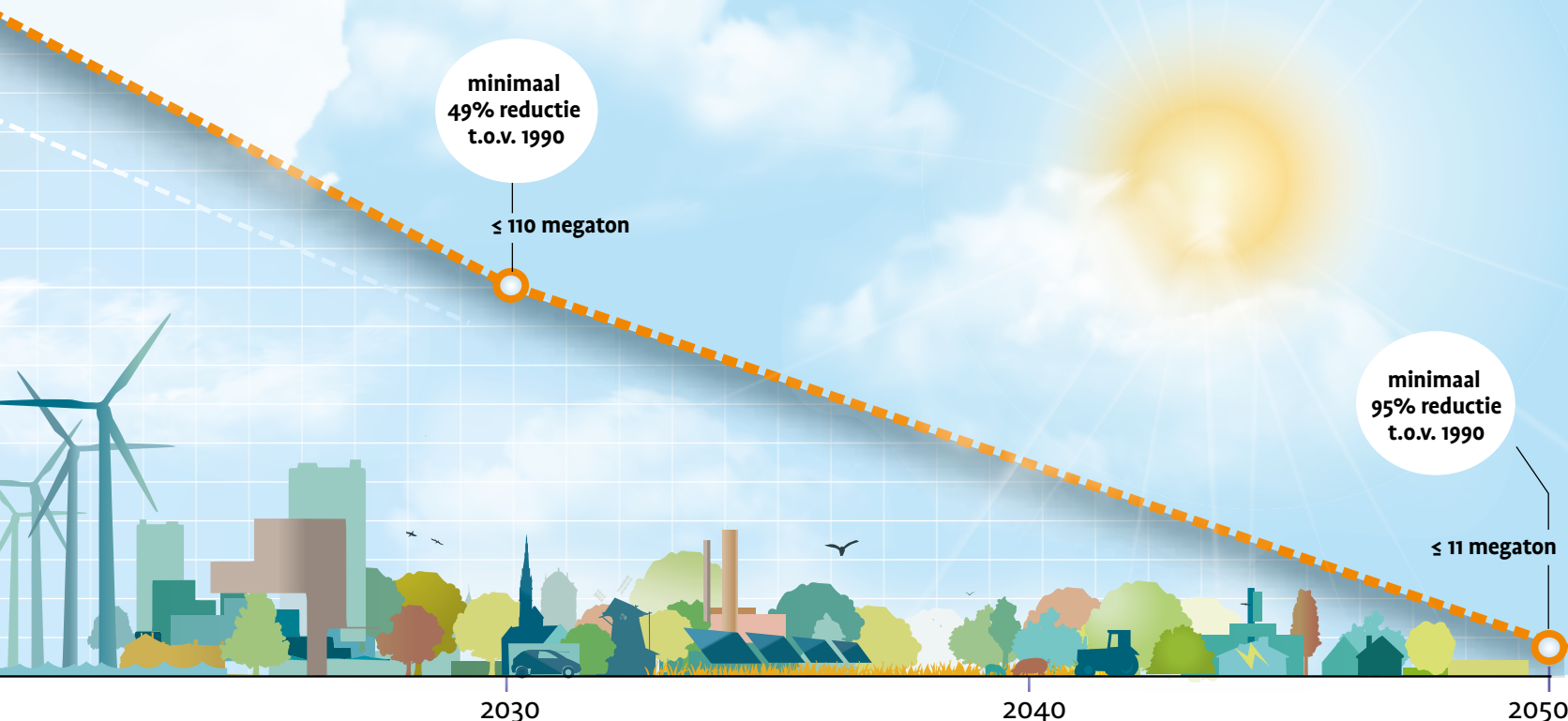


Lokaal

Warmteplannen
Gemeenten maken warmte-
plannen om de transitie naar
aardgasvrije wijken te maken.



Ontwikkeling broeikasgassen 2019-2050 door maatregelen Klimaatakkoord en bestaand beleid



Hoe verklein je je klimaatvoetafdruk?

Dertig kilo per dag of elf ton per jaar. Dat is de uitstoot van broeikasgassen waar iedere Nederlander zélf iets aan kan doen, zo’n 70% van het totaal. De andere 30% ontstaat door de overheid (onder andere wegaanleg) en door bedrijven (onder andere bouw fabrieken).


Vier activiteiten veroorzaken samen 75% van de totale uitstoot: verwarming, voedsel, elektrische apparaten en vervoer. En al doe je het niet vaak, ook vakantie vieren is nogal belastend.


Besparingstips


Je voetafdruk verkleinen kan op veel manieren. Sommige tips op deze pagina zijn eenmalig, zoals het isoleren van je huis. Andere gaan over dagelijkse gewoonten, zoals thuiswerken en apparaten helemaal uitzetten. Bij de tips is


geen rekening gehouden met de CO₂-uitstoot die ontstaat bij productie en transport van apparaten, zoals zonnepanelen. De werkelijke besparing valt daardoor mogelijk kleiner uit.

xx kilo CO₂-equivalentbesparing per jaar (CO₂-eq)

 per persoon

 per eengezinswoning

 per huishouden

 per vakantie






Kleding

Gemiddeld kopen we ongeveer 18 kilo kleding per jaar.

-  Alleen tweedehandskleding kopen **300**
-  50% tweedehandskleding **150**
-  6 kledingstukken minder **120**
-  2 kledingstukken minder **40**

Elektrische apparaten

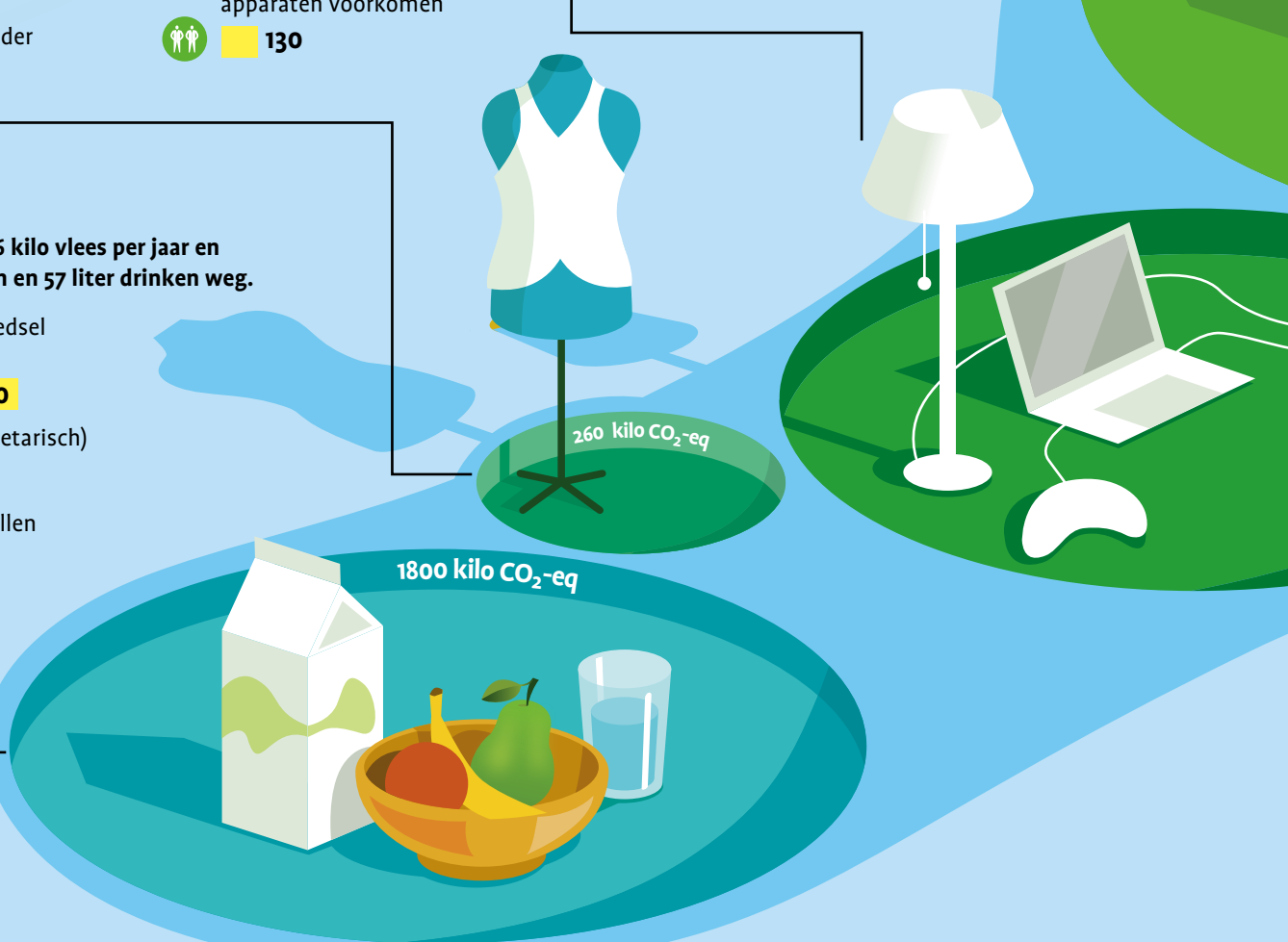
Gemiddeld gebruikt een huishouden 2800 kWh elektriciteit per jaar, waarvan 15% groene, hernieuwbare stroom.

-  Alleen nog groene stroom (water, zon, wind) uit Nederland **1270**
-  10 zonnepanelen op het dak **1000**
-  Stand-bygebruik van apparaten voorkomen **130**
-  Was drogen aan de lijn i.p.v. in wasdroger **120**
-  Gloei- en halogeenlampen vervangen door ledlampen **90**

Voedsel

Gemiddeld eten we 36 kilo vlees per jaar en gooien we 41 kilo eten en 57 liter drinken weg.

-  Alleen plantaardig voedsel (veganistisch) **850**
-  Geen vlees en vis (vegetarisch) **450**
-  Minder voedsel verspillen **210**
-  Eén dag per week geen vlees en vis **65**



Vervoer

Gemiddeld rijden we per jaar 5620 km met de auto en 1460 km met het ov.

Eén dag per week met de trein naar het werk i.p.v. met de auto (ca. 50 km)



Eén dag per week thuiswerken (woon-werkafstand 22 km)



1300 kilo CO₂-eq

Woning en inrichting

Onderhoud en inrichting van huis en tuin.

De getallen in de cirkels tellen op tot de voetafdruk van één Nederlander, namelijk 11 ton CO₂-equivalent.



1000 kilo CO₂-eq

3300 kilo CO₂-eq

910 kilo CO₂-eq

370 kilo CO₂-eq

260 kilo CO₂-eq

1700 kilo CO₂-eq

Verwarming

Meer dan 90% van de huishoudens kookt en verwarmt met aardgas. Gemiddeld verbruikt een huishouden 1200 m³ aardgas per jaar.



3630

Persoonlijke verzorging

Shampoo, zeep, geurtjes, cosmetica en alle zorg buiten het basispakket.

Vrije tijd en studie

Hobby's, recreatie, opleidingen en cursussen.

Twee weken naar Frankrijk (per trein) i.p.v. naar Bali (per vliegtuig)

Vakantie

Gemiddeld gaan we twee keer per jaar op vakantie. Daarvan is 72% met de auto, 19% met het vliegtuig en 9% met boot, bus of trein.

Huurhuis in Zuid-Frankrijk i.p.v. eigen caravan mee



Met de trein naar Berlijn i.p.v. met het vliegtuig



Kamperen in eigen land i.p.v. met de auto naar Zuid-Frankrijk



Energie

- Barometer 34
- Duurzame energie voor de wereld 36
- Afscheid van Nederlands aardgas 38
- Altijd voldoende elektriciteit 40
- Het energiesysteem van de toekomst 42
- Waterstof van de Noordzee 44

Van alle energie die de mens momenteel gebruikt, is ruim 80% afkomstig uit fossiele bronnen. Geen wonder dat het verminderen van het energieverbruik en het zoeken naar schone alternatieve bronnen grote prioriteit krijgen bij het oplossen van het klimaatprobleem. Makkelijk is dat niet. Want meer welvaart betekent meestal dat mensen meer energie gaan gebruiken. Naast de aanleg van waterkrachtcentrales, zonneparken en windmolens is het daarom verstandig om de bestaande energie-infrastructuur te moderniseren, zodat energieproductie minder vervuilend wordt.

Nederland neemt afscheid van kolenstroom en Gronings gas, maar gasgestookte elektriciteitscentrales blijven voorlopig nog open. De komende decennia wordt flink geïnvesteerd in windenergie op de Noordzee, het elektrificeren van de industrie en het aanpassen van de energienetten. Straks gaat er misschien wel waterstofgas en biogas door het bestaande aardgasnet.



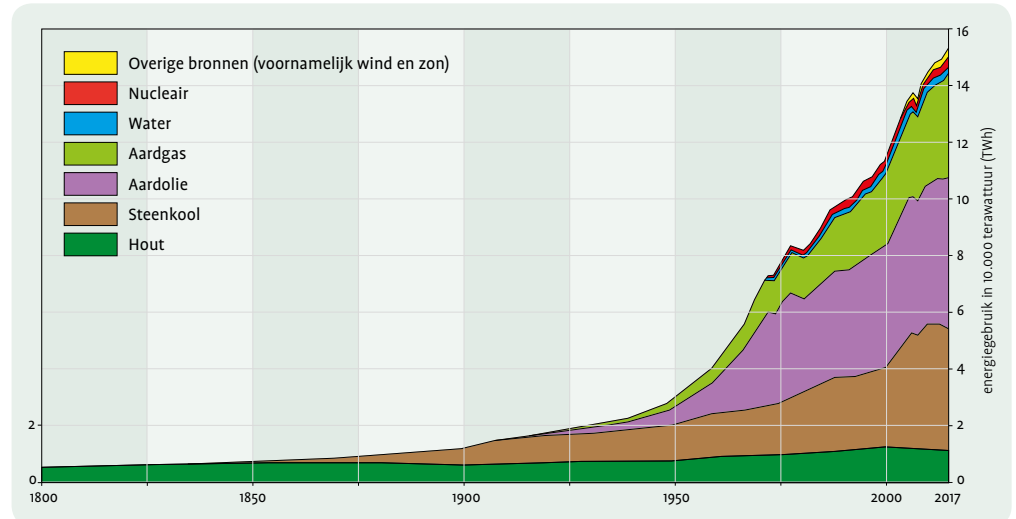
Uitsnede Panorama Nederland

College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

2

Barometer > Energie

Het gebruik van steenkool als brandstof begon rond 1850, het gebruik van aardolie rond 1870 en dat van aardgas weer twee decennia daarna. De beschikbaarheid van deze fossiele brandstoffen zou de wereld ingrijpend veranderen: grootschalige, industriële productie, de aanleg van spoorlijnen, de uitvinding van de verbrandingsmotor, een snelle groei van de steden en grote welvaart. Inmiddels kennen we ook de keerzijde van het opstoken van miljoenen jaren oude energievoorraden. De hierin opgeslagen koolstof belandt in de atmosfeer en verandert het klimaat, met grote gevolgen voor mens, natuur en leefomgeving. Vandaar dat wordt gezocht naar schone energiebronnen. Ook in Nederland. Het opwekken van windenergie is volop in ontwikkeling. Steeds meer tuinders gebruiken aardwarmte om hun kassen te verwarmen. Steeds meer burgers installeren zonnepanelen op het dak van hun huis. Of het allemaal genoeg is, is nog onzeker. In 2017 was minder dan 5% van alle energie in de wereld hernieuwbaar, Nederland streeft naar 14% in 2020, twee keer zoveel als in 2018. Om dat doel te halen, lijken ook forse energiebesparingen nodig.



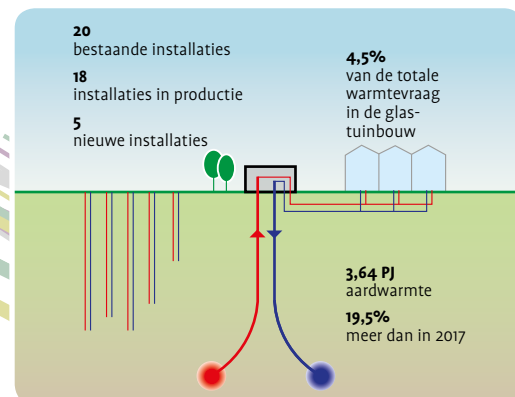
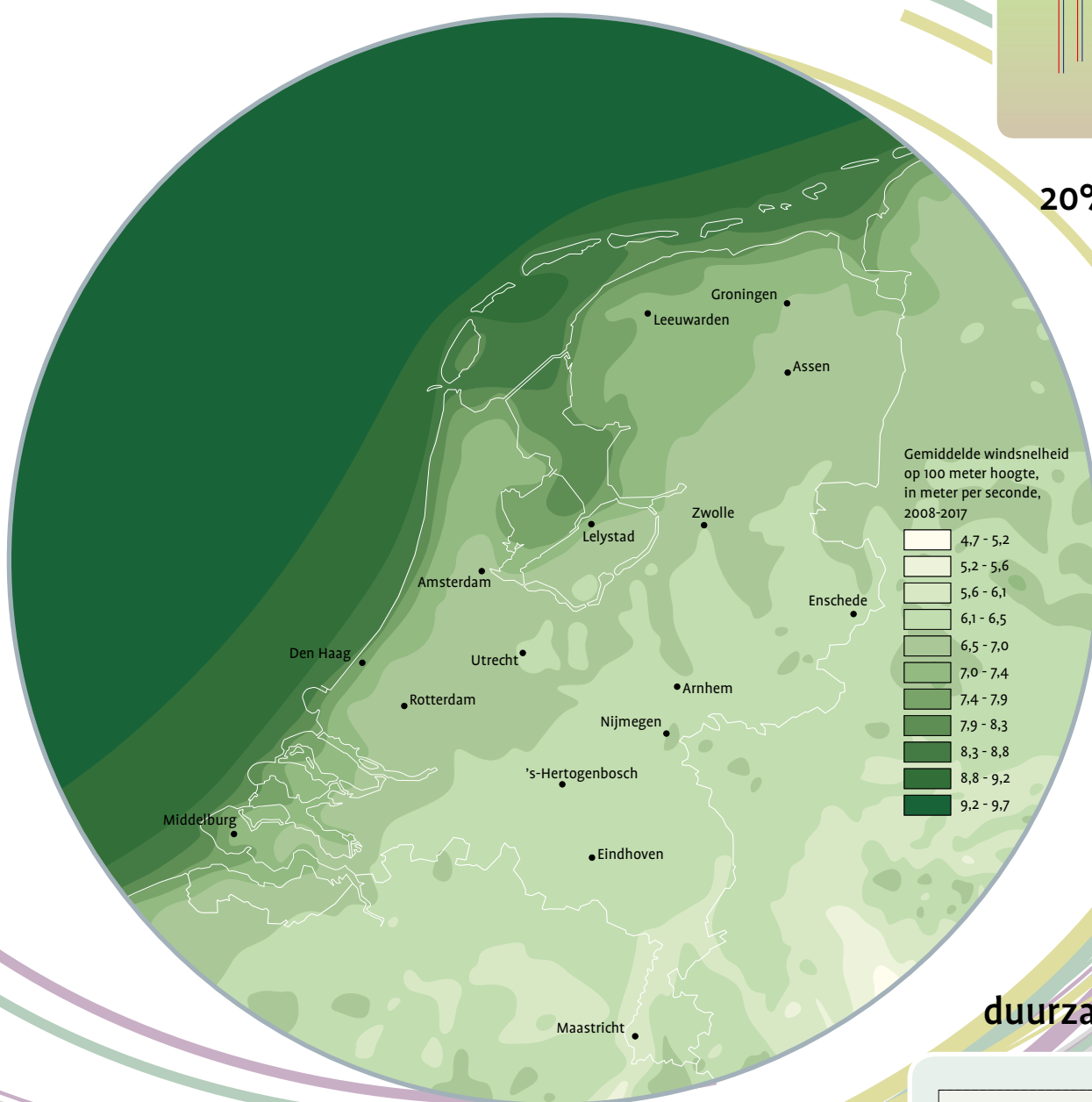
Sinds 1850 draait de wereldeconomie op kolen, olie en gas

Steeds meer zonnepanelen, vooral in Groningen



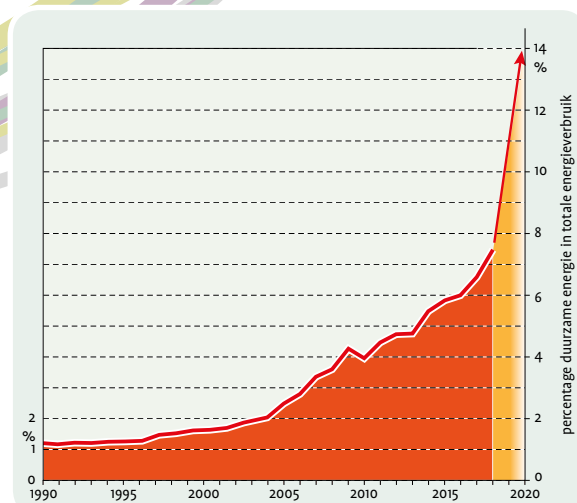
Het Groningse dorp Loppersum, dat zwaar wordt getroffen door aardbevingen, heeft de hoogste zonnepanelendichtheid van Nederland.

Volop wind langs de Nederlandse kust en op de Noordzee



20% groei in geothermie in 2018

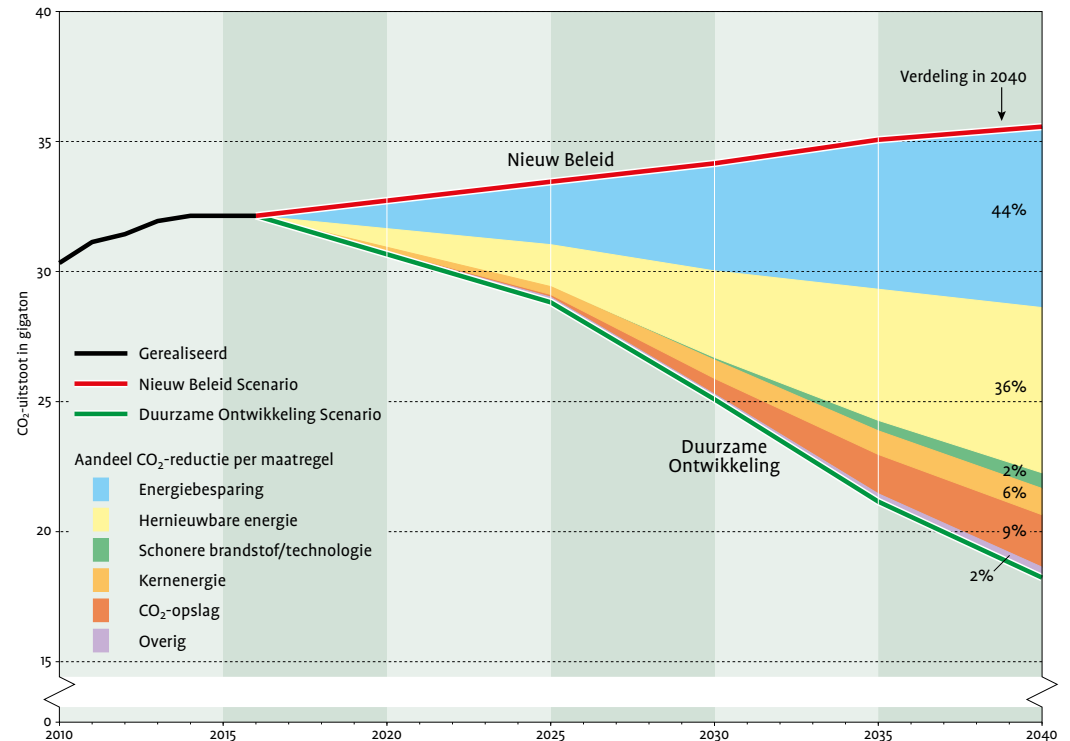
Op weg naar 14% duurzame energie in 2020?



Duurzame energie voor de wereld

Ruim tachtig procent van alle door de mens gebruikte energie is afkomstig van fossiele brandstoffen. Ook al komen er steeds meer wind- en zonneparken bij, dit percentage is al dertig jaar hetzelfde. Dit komt door de stijgende welvaart van steeds grotere groepen mensen. Zodra ze het zich kunnen veroorloven, gaan veel mensen groter wonen, meer reizen en meer elektriciteit gebruiken. Naar verwachting zal het energieverbruik in de wereld de komende decennia dan ook verder toenemen, met 25% tot 2040. Een groot deel van de CO₂-uitstoot in de wereld wordt veroorzaakt door de energie-sector: bedrijven die elektriciteit, benzine, kerosine en diesel produceren. Blijven we de bestaande raffinaderijen en elektriciteitscentrales daarvoor gebruiken, dan zal de CO₂-uitstoot blijven stijgen. Naast grote energiebesparingen en investeringen in hernieuwbare energie is het daarom nodig de bestaande energie-infrastructuur te moderniseren, over te schakelen op schone brandstoffen en kooldioxide af te vangen.

1 Toekomstscenario's voor wereldwijde CO₂-reductie

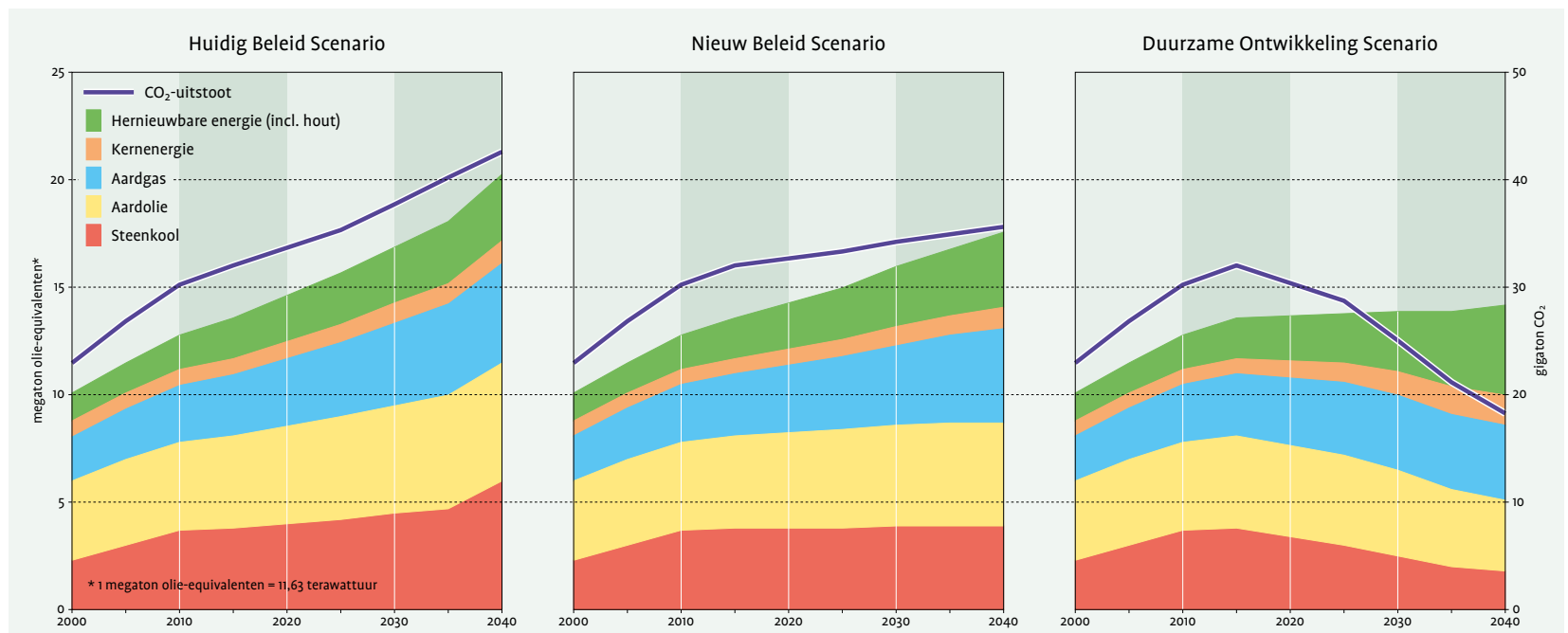


1 - 2 Meer energie of minder CO₂?

Steeds meer mensen gaan steeds meer energie gebruiken. Tegelijkertijd zijn er internationale afspraken gemaakt om de CO₂-uitstoot te verminderen. Om deze schijnbaar tegenstrijdige wensen te verenigen zijn grote investeringen nodig, in bestaande en nieuwe energiesystemen. Het Duurzame Ontwikkeling Scenario van het Internationaal Energieagentschap (IEA) laat zien hoe de CO₂-uitstoot tussen nu en 2040 kan worden gehalveerd: energiebesparing, een grotere rol voor kernenergie en aardgas, afbouw van olie en kolen, een groter aandeel hernieuwbare

energie en meer CO₂-opslag. De rol van aardgas varieert sterk tussen regio's, tussen sectoren en in de loop van de tijd. Gas blijft belangrijk voor landen die nu sterk afhankelijk zijn van steenkool (zoals China en India) en in industrieën waarvoor hernieuwbare alternatieven (nu nog) minder voor de hand liggen. In Europa zal het aandeel aardgas in de energiemix licht stijgen tot 20%; windenergie krijgt met 30% het grootste aandeel in de energiemix. Het uiteindelijke doel is een snelle knik in de CO₂-uitstoot, gevolgd door een continue daling, zoals overeengekomen in Parijs.

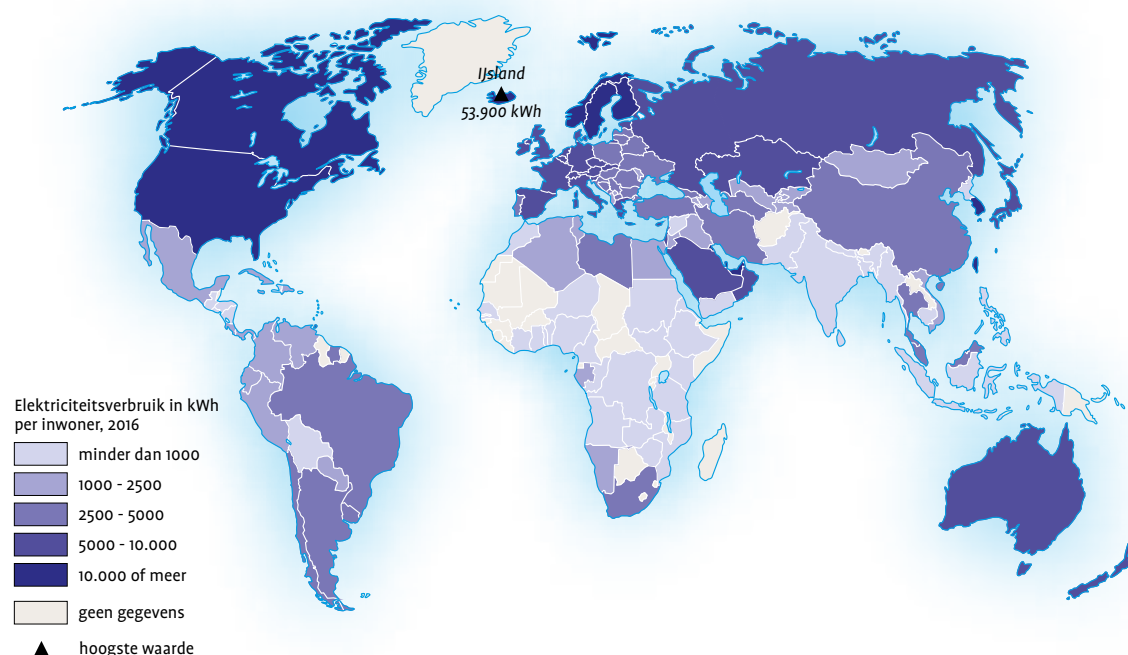
2 Toekomstscenario's voor wereldwijd energieverbruik



3 Scandinaviërs grootste verbruikers

China en de Verenigde Staten zijn de grootste elektriciteitsproducenten van de wereld. Maar het elektriciteitsverbruik per inwoner is in de VS (12.800 kWh) bijna drie keer zo hoog als in China (4300 kWh). Inwoners van de VS gebruiken namelijk veel meer elektrische apparaten. Vooral verwarmen en koelen (met airconditioners) kost veel elektriciteit. De grootste verbruikers van elektriciteit wonen in Scandinavië. Daar worden veel huizen elektrisch verwarmd. In IJsland en Noorwegen staan bovendien vele aluminiumsmelterijen. Die gebruiken veel elektriciteit.

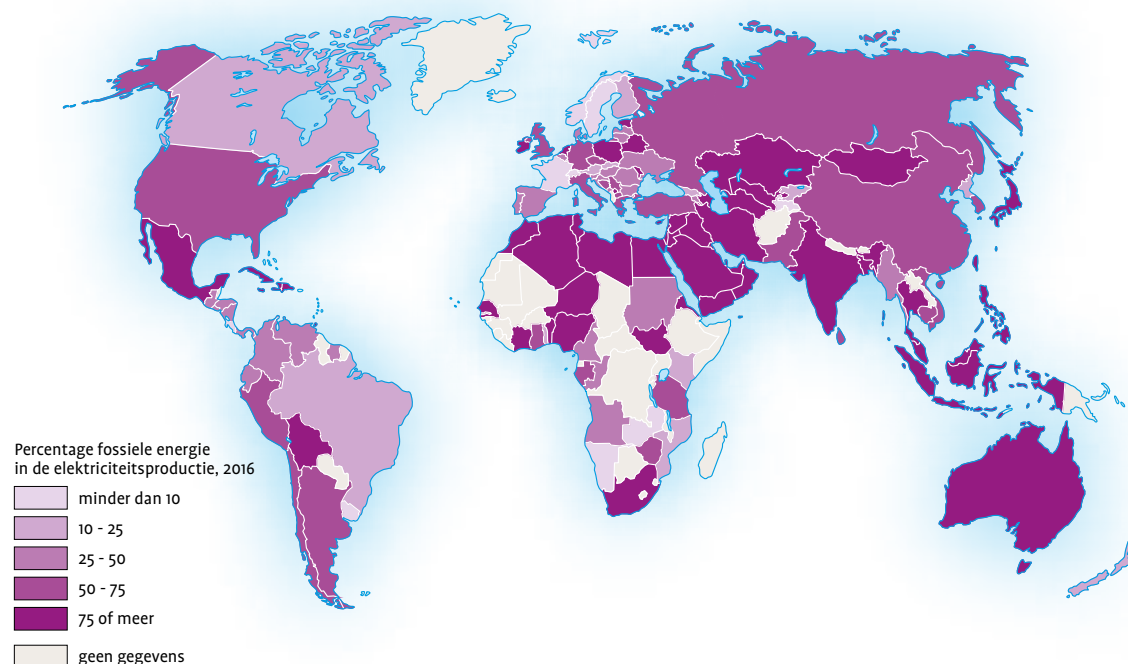
3 Elektriciteitsverbruik



4 Elektriciteit uit eigen bodem

Wereldwijd wordt twee derde van alle elektriciteit opgewekt met steenkool, aardgas en aardolie. Vrijwel overal hangt dit samen met de beschikbaarheid in de ondergrond: olie rond de Middellandse Zee, gas in Rusland. Noorwegen vormt de uitzondering. Ondanks grote olie- en gasvoorraden schakelde dit land voor elektriciteitsproductie al vrijwel volledig over op hernieuwbare energie. Frankrijk en Hongarije wekken elektriciteit op met kerncentrales, IJsland gebruikt waterkracht en aardwarmte.

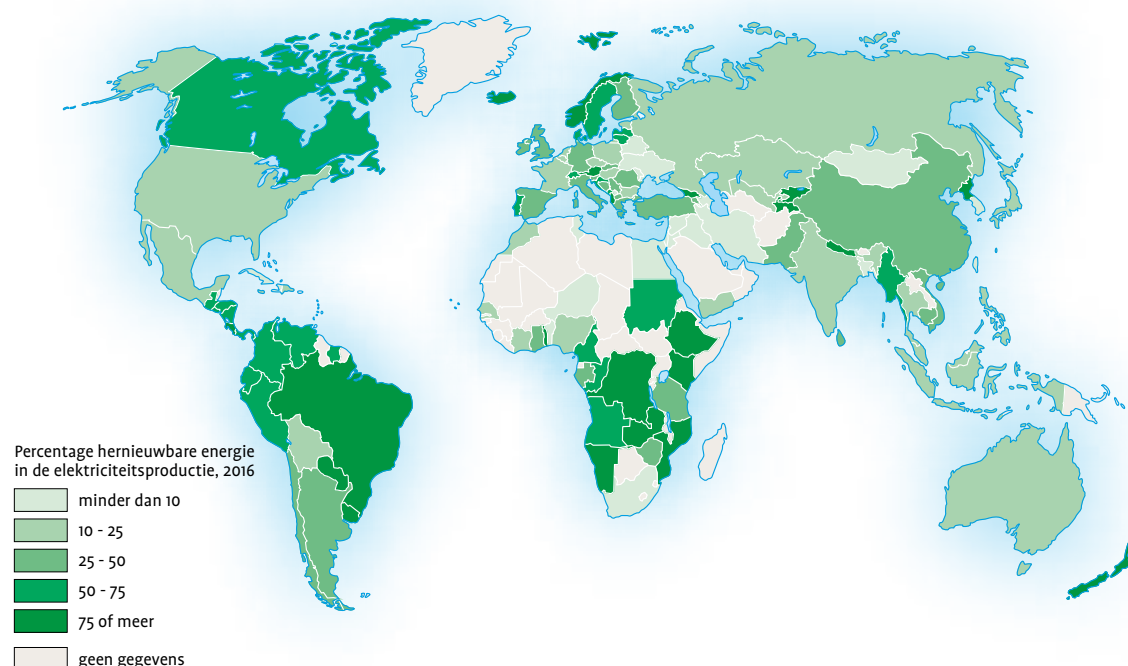
4 Elektriciteit uit fossiele bronnen



5 Hoge ambities of lage welvaart

Waterkrachtcentrales zijn de belangrijkste bron van hernieuwbare elektriciteit, goed voor twee derde deel. Tien procent wordt opgewekt met biobrandstoffen en afval, de rest met geothermie, zon, wind en getijden-energie. Een groot aandeel hernieuwbaar komt voor in landen met ambitieus klimaatbeleid (Scandinavië), met veel waterkrachtcentrales (Canada), of met een laag welvaartsniveau (Afrika ten zuiden van de Sahara).

5 Elektriciteit uit hernieuwbare bronnen

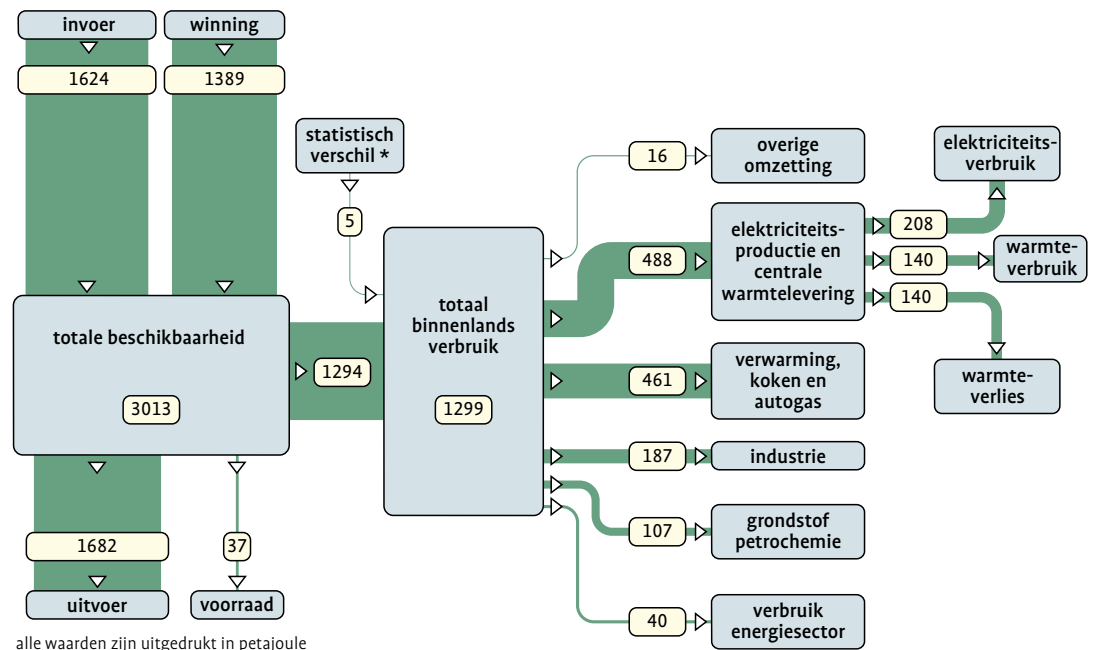


Afscheid van Nederlands aardgas

Sinds de jaren zestig wint Nederland aardgas uit de bodem van Noord-Nederland. De gaswinning veroorzaakt bodemdaling en gaat regelmatig gepaard met aardbevingen. De eerste beving vond plaats bij Assen op 26 december 1986. In 2013 waren er 31 niet-tektonische bevingen met een kracht van meer dan 1,5 op de schaal van Richter; in 2017 en 2018 waren het er minder: respectievelijk 18 en 15. De eerste zes maanden van 2019 waren het er 7.

Vanwege de ernstige gevolgen, waaronder schade aan huizen en een hogere waterstand, heeft het kabinet besloten de gaswinning zo snel mogelijk af te bouwen. Uiterlijk 2020 daalt de gaswinning tot onder het veilig geachte niveau van 12 miljard m³ per jaar. Vanaf medio 2022 gaat de gaskraan helemaal dicht. Hoeveel CO₂-reductie dit oplevert, hangt af van welke energiebronnen als alternatief worden gebruikt.

1 Aardgasbalans van Nederland



gegevens: 2017

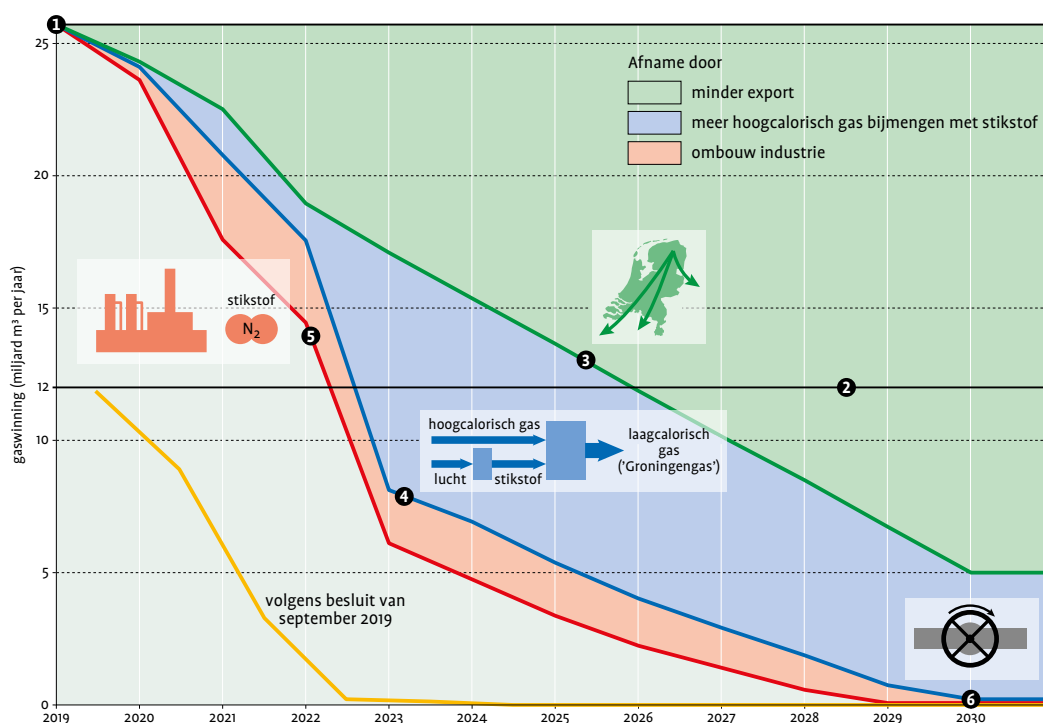
1 Geen nieuwe gasleidingen

Aardgas is de belangrijkste brandstof van Nederland. Sinds de ontdekking van het Groningse gas in 1959 koken en stoken vrijwel alle huishoudens op gas. Daarnaast wordt aardgas gebruikt om elektriciteit op te wekken en als brandstof in de industrie. Toch zal het gebruik van Gronings aardgas snel moeten afnemen, te beginnen in huishoudens. De verplichting om huizen aan te sluiten op het gasnet is al vervallen. Voorwaarde is wel dat een alternatieve warmtevoorziening beschikbaar is.

2 Klimaatwinst onzeker

Stoppen met Gronings gas kan de CO₂-uitstoot flink verminderen. Bijvoorbeeld als het gebruik van aardgas afneemt door energiebesparing of als aardgas wordt vervangen door duurzame alternatieven. Verwarmen met een warmtepomp op grijze stroom kan ook klimaatwinst opleveren ten opzichte van een gasgestookte ketel, mits het huis goed is geïsoleerd. De import van hoogcalorisch gas voor de industrie gaat voorlopig door. Veel grootverbruikers van aardgas gebruiken namelijk hoogcalorisch gas uit Rusland en Noorwegen.

2 De Groningse gaskraan gaat dicht

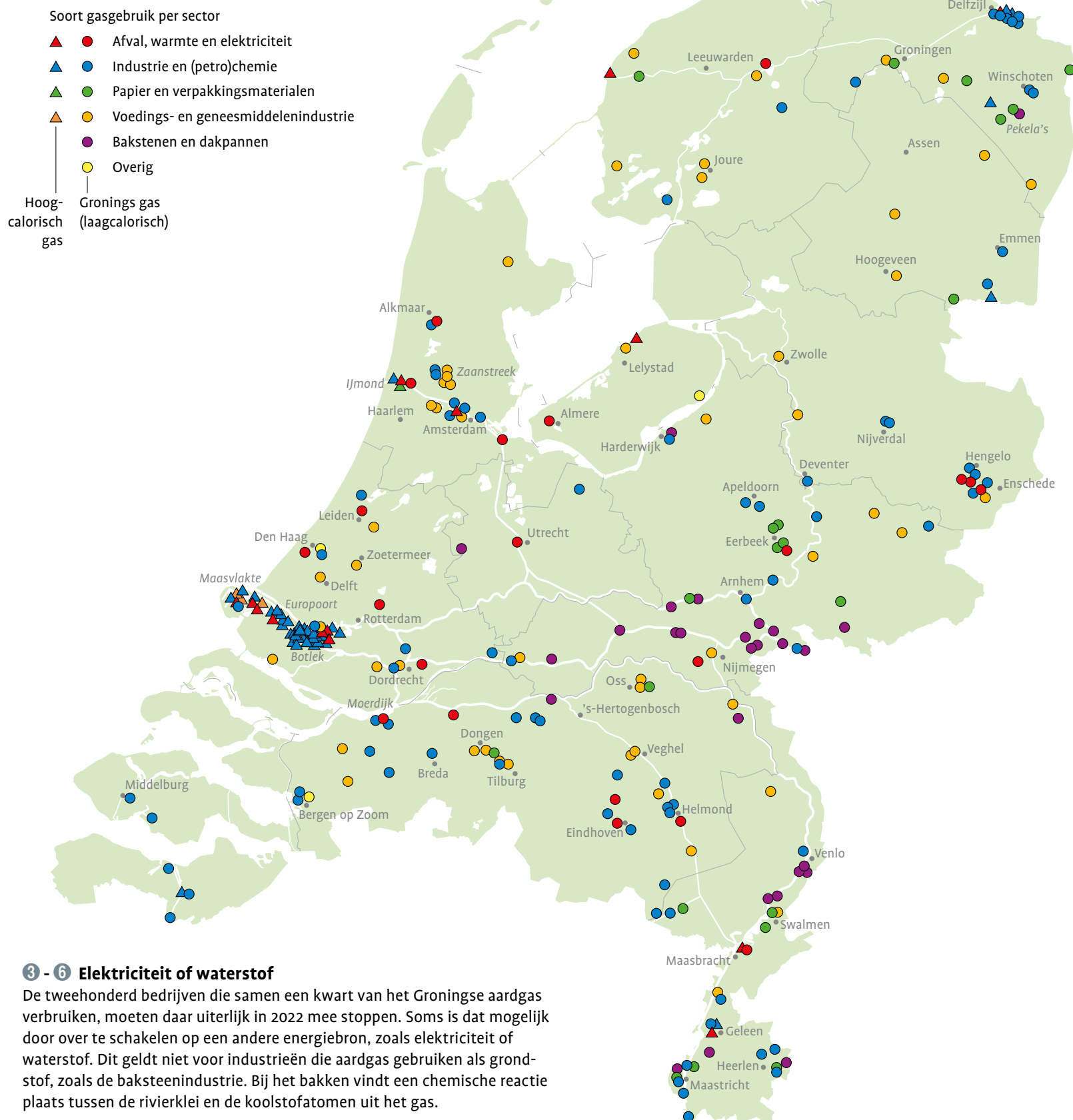


Verwachting (maart 2018)

- 1 Uitgaande van een strenge winter is de huidige maximale vraag naar Groningengas 25,7 mld m³ per jaar.
- 2 Groningse gaswinning moet zo snel mogelijk een veilig niveau bereiken: 12 mld m³ per jaar. De kans op aardbevingen is dan minimaal.
- 3 Daarom wordt de export van Groningengas naar Frankrijk, België en Duitsland afgebouwd.
- 4 Ook wordt in de nieuwe stikstofinstallatie Zuidbroek stikstof toegevoegd aan hoogcalorisch gas uit het buitenland. Daarmee kan het Groningse gas worden vervangen.
- 5 Daarnaast wordt er industrie omgebouwd naar hoogcalorisch gas en extra stikstof ingekocht.
- 6 Uiterlijk in 2030 gaat de Groningse gaskraan helemaal dicht.

In september 2019 besloot de regering om de gaskraan al in 2022 helemaal dicht te draaien.

3 Grootverbruikers van aardgas



3 - 6 Elektriciteit of waterstof

De tweehonderd bedrijven die samen een kwart van het Groningse aardgas verbruiken, moeten daar uiterlijk in 2022 mee stoppen. Soms is dat mogelijk door over te schakelen op een andere energiebron, zoals elektriciteit of waterstof. Dit geldt niet voor industrieën die aardgas gebruiken als grondstof, zoals de baksteenindustrie. Bij het bakken vindt een chemische reactie plaats tussen de rivierklei en de koolstofatomen uit het gas.

4 Baksteenproductie



5 Elektriciteitsproductie



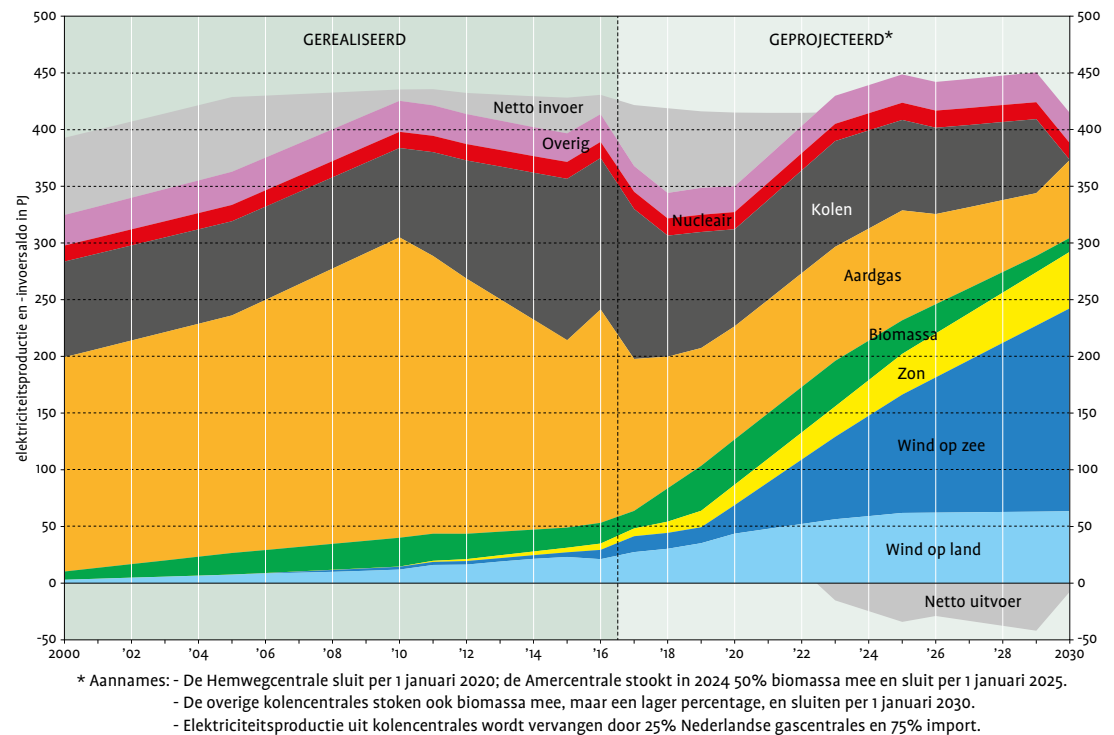
6 Petrochemische industrie



Altijd voldoende elektriciteit

Schone elektriciteit wordt steeds belangrijker. Om de klimaatdoelstellingen te halen, moeten alle kolencentrales uiterlijk in 2030 dicht zijn. Tegen die tijd is 60 tot 70% van alle elektriciteit afkomstig van zon en wind, tegenover 15% nu. Omdat we steeds meer elektrisch gaan rijden en verwarmen, grote delen van de industrie aardgas moeten inruilen voor elektriciteit en de industrie zoveel mogelijk moet elektrificeren, zal ook de vraag naar elektriciteit toenemen. Om deze snelle overgang op een duurzame wijze mogelijk te maken zijn niet alleen nieuwe windparken nodig op de Noordzee. Ook het elektriciteitsnet moet worden aangepast en uitgebreid, onder andere naar het buitenland. Daarnaast zijn er nieuwe opslagmogelijkheden nodig om elektriciteit op te slaan voor als het niet hard genoeg waait of de zon niet schijnt. En afnemers zouden het gebruik van elektriciteit beter kunnen afstemmen op de beschikbaarheid: bij voorkeur industriële productie als er voldoende elektriciteit is.

1 Elektriciteitsmix Nederland



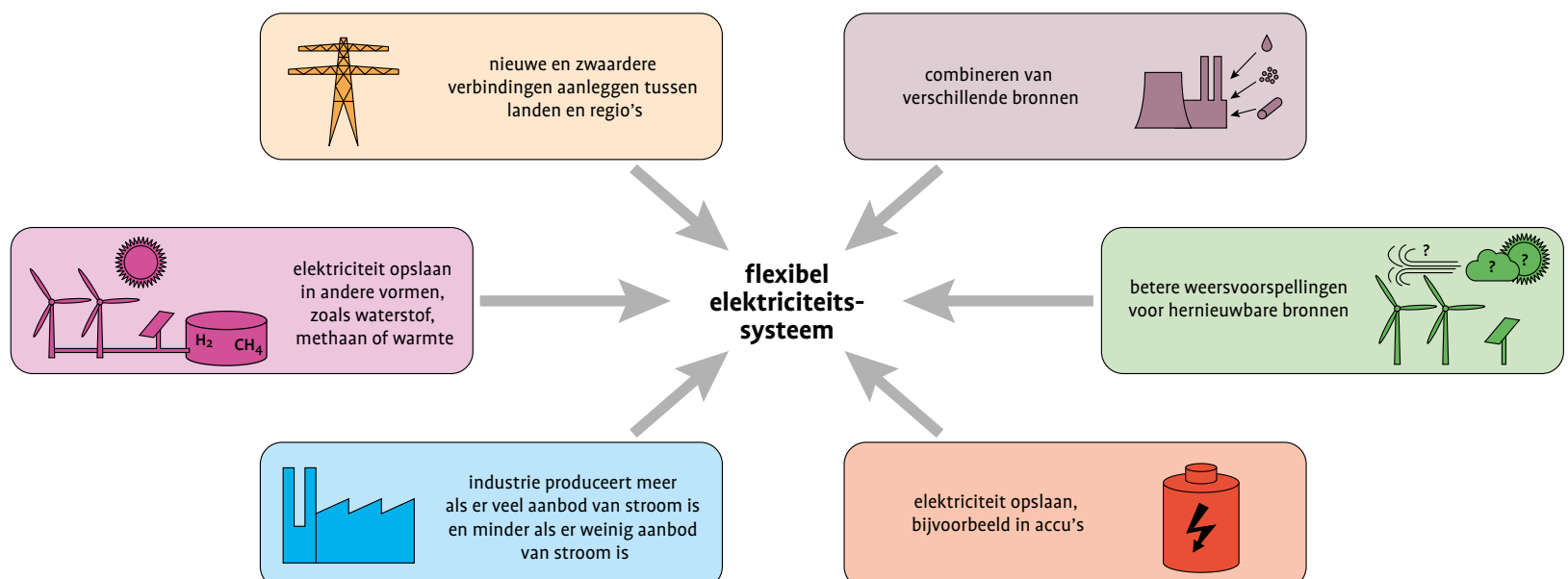
1 - 3 Internationale verbindingen

Ook al hebben de meeste landen in Noordwest-Europa genoeg capaciteit om vrijwel het hele jaar hun eigen stroom op te wekken, toch zijn de elektriciteitsnetten met elkaar verbonden. Dat maakt handel in elektriciteit mogelijk en zorgt voor lagere consumentenprijzen. Zo'n internationaal elektriciteitsnet komt tevens van pas in bijzondere situaties. Toen Franse kerncentrales in 2016 vanwege inspecties tijdelijk minder stroom produceerden, sprongen buitenlandse centrales bij. Naarmate er meer hernieuwbare bronnen bij komen, neemt het belang van internationale verbindingen toe. Waait het niet, dan kun je elektriciteit importeren, waait het hard, dan kun je exporteren.

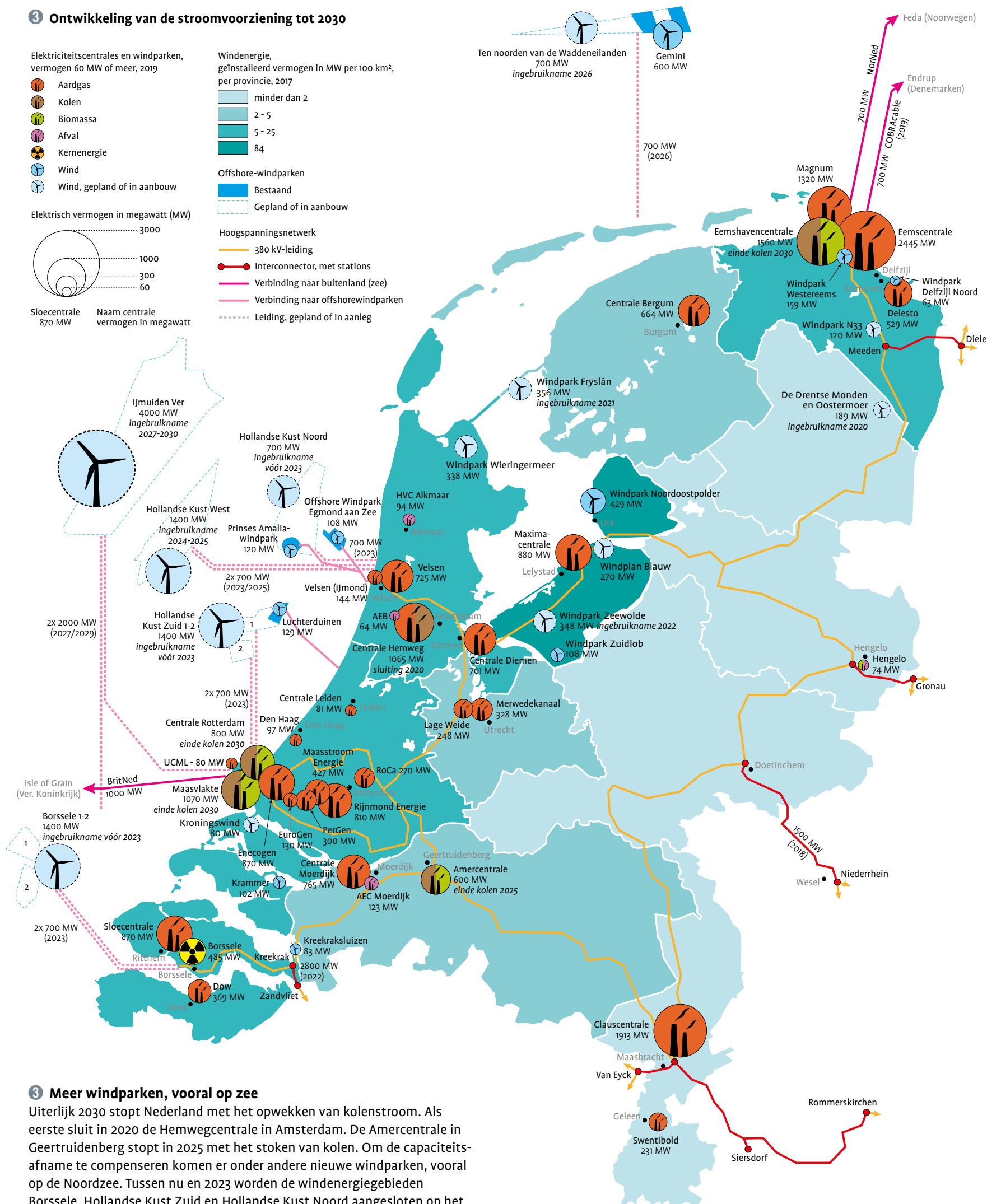
2 Leveringszekerheid

Om ook op windstille en donkere dagen voldoende stroom te kunnen leveren, krijgt het elektriciteitsnet nieuwe verbindingen, onder andere met Duitsland en Denemarken. Maar er zijn meer manieren om de leveringszekerheid op peil te houden. Als het hard waait, kun je overtollige elektriciteit tijdelijk opslaan in bijvoorbeeld grootschalige batterijparken. Of – slimmer en goedkoper – in de accu's van elektrische auto's. Op langere termijn wordt het mogelijk op grote schaal klimaatneutrale CO₂-neutrale waterstof te maken als brandstof voor auto's en grondstof voor de industrie. Is de vraag naar stroom tijdelijk groter dan het aanbod, dan zijn er voorlopig nog centrales op aardgas en biomassa.

2 Flexibiliseren van de stroomvoorziening



3 Ontwikkeling van de stroomvoorziening tot 2030

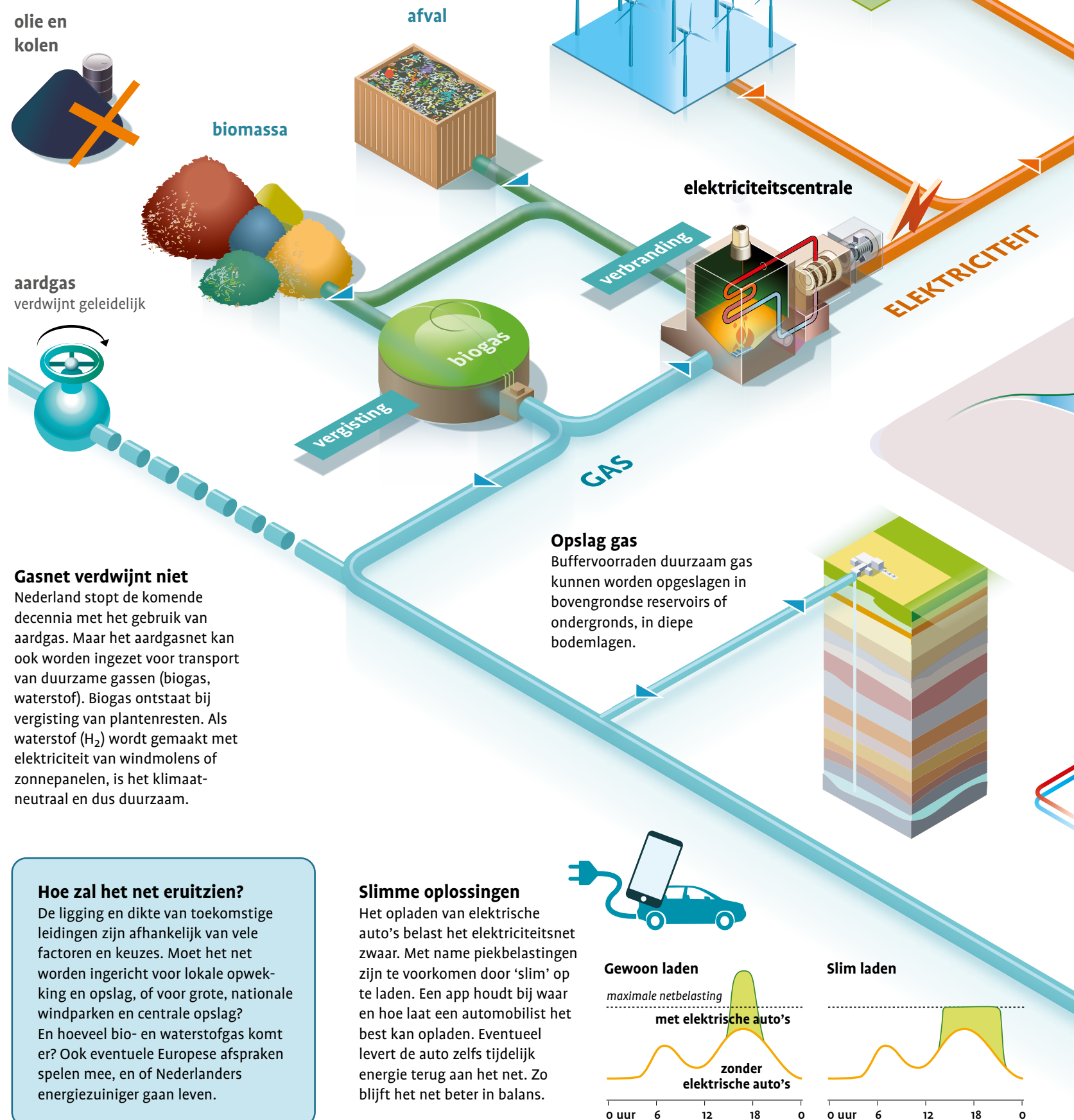


3 Meer windparken, vooral op zee

Uiterlijk 2030 stopt Nederland met het opwekken van kolenstroom. Als eerste sluit in 2020 de Hemwegcentrale in Amsterdam. De Amercentrale in Geertruidenberg stopt in 2025 met het stoken van kolen. Om de capaciteitsafname te compenseren komen er onder andere nieuwe windparken, vooral op de Noordzee. Tussen nu en 2023 worden de windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord aangesloten op het net, samen goed voor een capaciteit van 3500 megawatt. Tot 2030 komt er nog eens 6100 megawatt bij als ook windparken IJmuiden Ver, Hollandse Kust West en Ten noorden van de Waddeneilanden stroom gaan leveren.

Het energiesysteem van de toekomst

In de komende tientallen jaren schakelt Nederland van fossiele brandstoffen over op hernieuwbare energiebronnen, zoals wind, zon en biomassa. Dat heeft grote consequenties voor het energienet. Zo zal energie steeds meer lokaal worden opgewekt en opgeslagen. Ook moet het energienet 'slimmer' worden, om vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen.



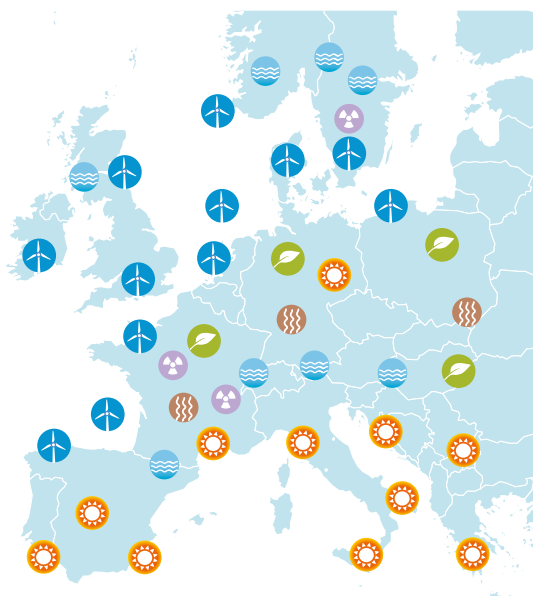
Verzwarend en opslag elektriciteit

In de toekomst verbruikt Nederland waarschijnlijk meer elektriciteit dan nu. Het is dus nodig het elektranetwerk te verzwaren. Ook moeten er accu's komen om elektriciteit op te slaan, als buffer voor bewolkte en windstille dagen. De komende jaren moet blijken hoeveel verzwarend nodig is en of accu's in de buurt komen te staan, of thuis.

-  Zon
-  Wind
-  Waterkracht
-  Biomassa
-  Geothermie
-  Kernenergie

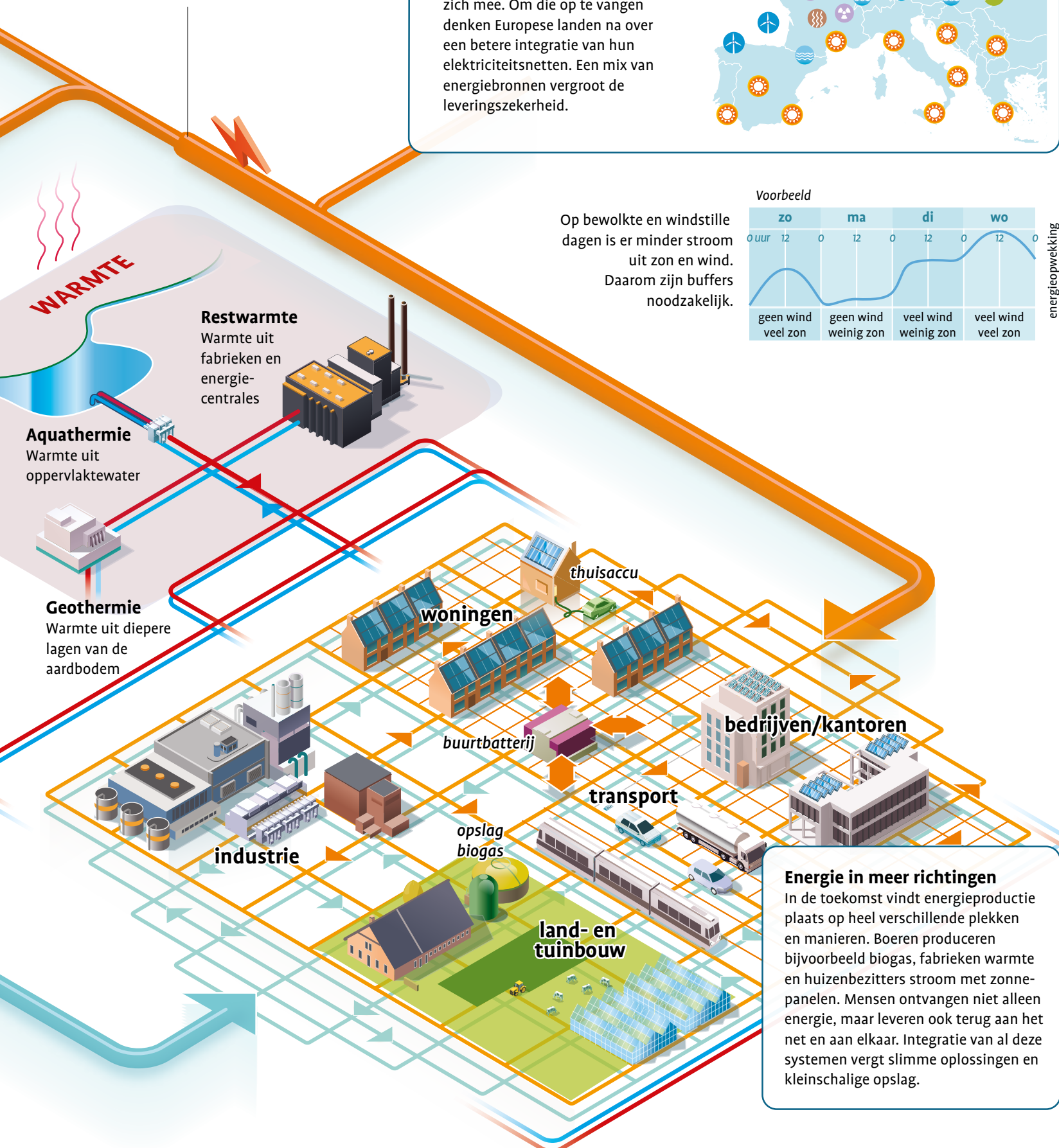
Stroom uit het buitenland

Energieopwekking uit wind en zon brengt weersafhankelijke tekorten en overschotten met zich mee. Om die op te vangen denken Europese landen na over een betere integratie van hun elektriciteitsnetten. Een mix van energiebronnen vergroot de leveringszekerheid.



Voorbeeld

Op bewolkte en windstille dagen is er minder stroom uit zon en wind. Daarom zijn buffers noodzakelijk.



Energie in meer richtingen

In de toekomst vindt energieproductie plaats op heel verschillende plekken en manieren. Boeren produceren bijvoorbeeld biogas, fabrieken warmte en huizenbezitters stroom met zonnepanelen. Mensen ontvangen niet alleen energie, maar leveren ook terug aan het net en aan elkaar. Integratie van al deze systemen vergt slimme oplossingen en kleinschalige opslag.

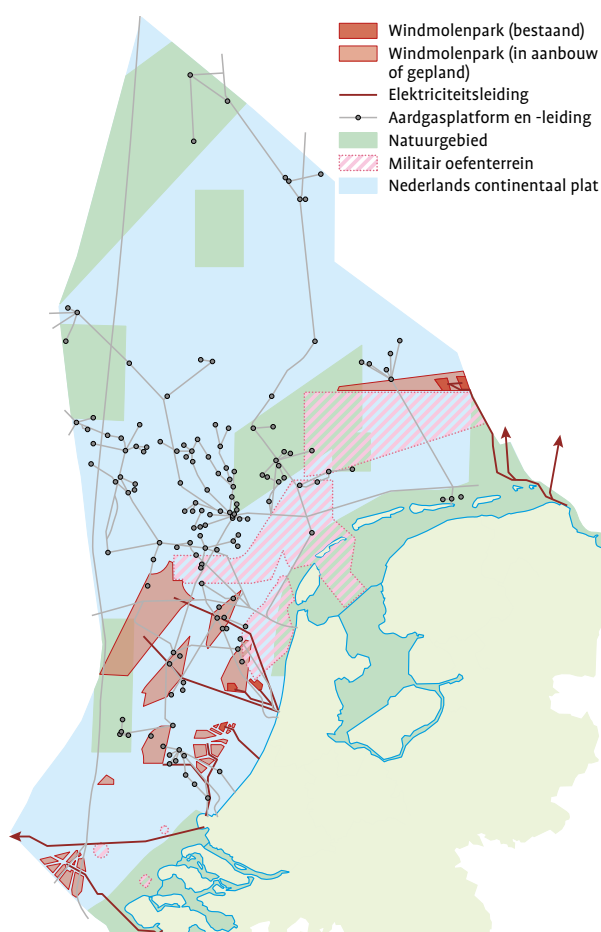
Waterstof van de Noordzee

Waarschijnlijk maakt tussen nu en 2050 de aardgaswinning op de Noordzee plaats voor energiewinning door windmolens. Maar in welke mate de gas-infrastructuur verdwijnt, is nog onzeker. Als de elektriciteit wordt omgezet in waterstofgas, kunnen oude platforms een tweede leven krijgen als waterstoffabriek. Via bestaande leidingen gaat het gas naar buffertanks op het vasteland. Daar is het onder andere inzetbaar als brandstof voor voertuigen of grondstof voor de chemische industrie. Of, en in welke mate dit idee werkelijkheid wordt, is onzeker: er zijn verschillende scenario's en niet alle platforms en leidingen zijn geschikt voor hergebruik.



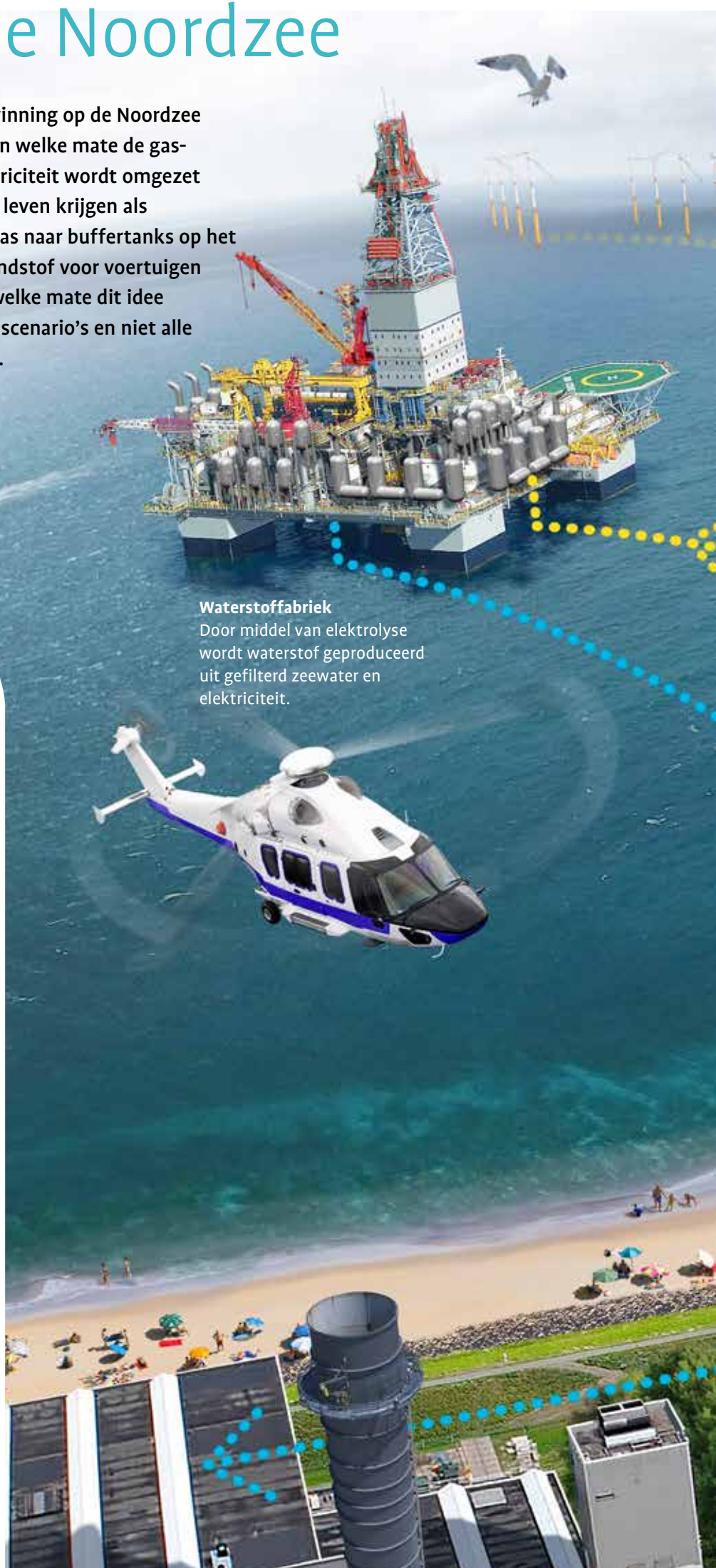
Waterstoffabriek

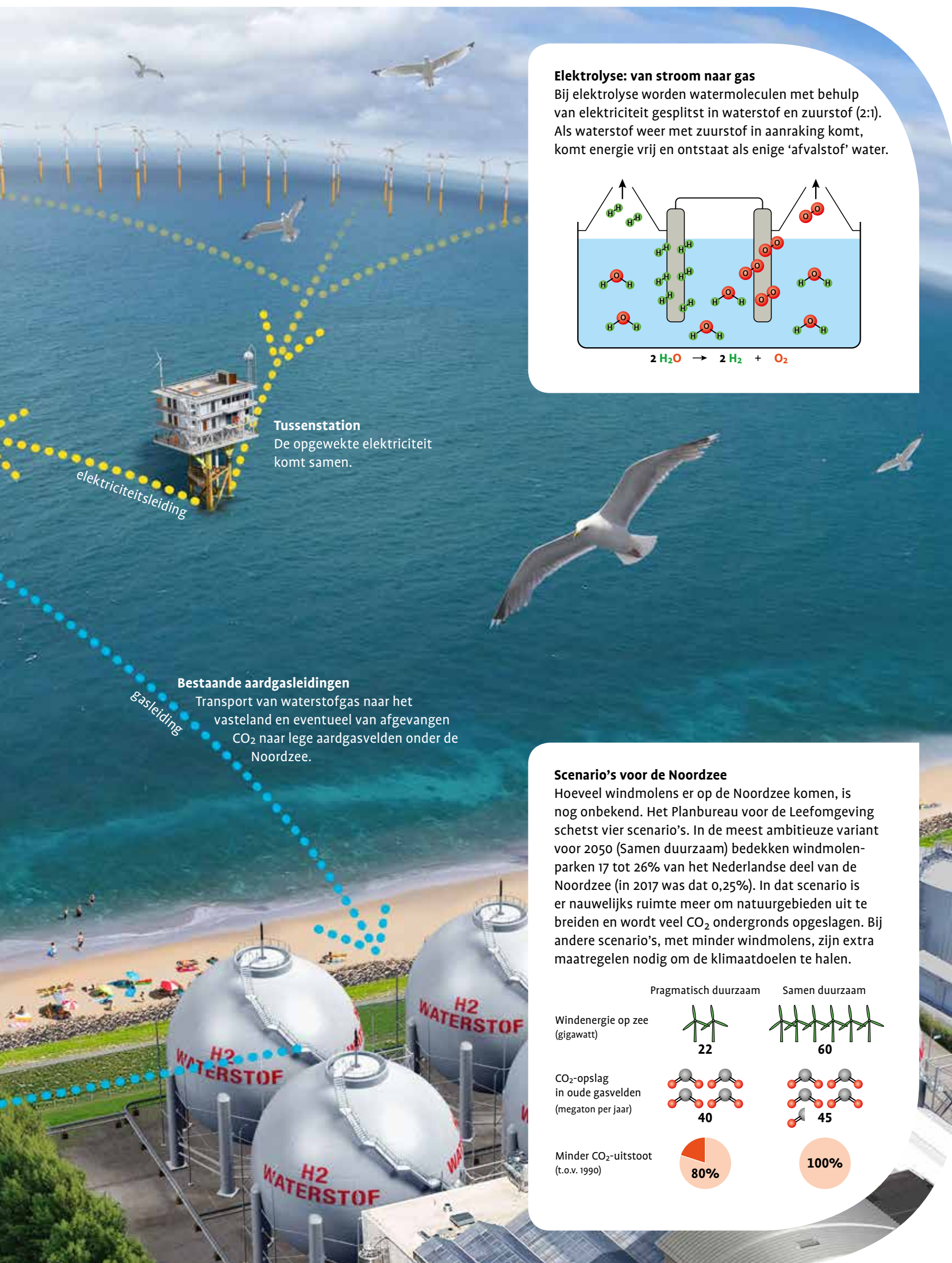
Door middel van elektrolyse wordt waterstof geproduceerd uit gefilterd zeewater en elektriciteit.



Infrastructuur op de Noordzee

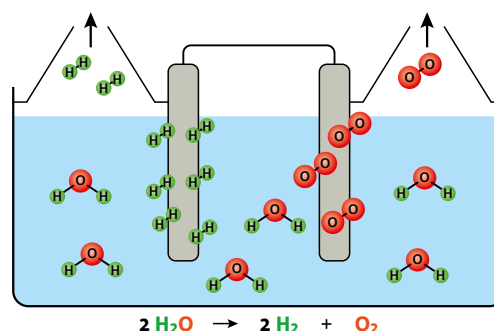
Zet je windenergie al op zee om in waterstofgas, dan scheelt het de aanleg van vele kilometers elektriciteitskabel als dat gas dan via bestaande gasleidingen aan land kan komen. Ook is een deel van de 150 boorplatforms opnieuw in te zetten, onder andere als waterstoffabriek. Maar het groene energielandschap van de toekomst moet ook ruimte bieden aan visserij, scheepvaart, defensie en natuur. Een belangrijke stap is nog het verenigen van al deze belangen.





Elektrolyse: van stroom naar gas

Bij elektrolyse worden watermoleculen met behulp van elektriciteit gesplitst in waterstof en zuurstof (2:1). Als waterstof weer met zuurstof in aanraking komt, komt energie vrij en ontstaat als enige 'afvalstof' water.



Tussenstation

De opgewekte elektriciteit komt samen.

Bestaande aardgasleidingen

Transport van waterstofgas naar het vasteland en eventueel van afgevangen CO₂ naar lege aardgasvelden onder de Noordzee.

Scenario's voor de Noordzee

Hoeveel windmolens er op de Noordzee komen, is nog onbekend. Het Planbureau voor de Leefomgeving schetst vier scenario's. In de meest ambitieuze variant voor 2050 (Samen duurzaam) bedekken windmolenparken 17 tot 26% van het Nederlandse deel van de Noordzee (in 2017 was dat 0,25%). In dat scenario is er nauwelijks ruimte meer om natuurgebieden uit te breiden en wordt veel CO₂ ondergronds opgeslagen. Bij andere scenario's, met minder windmolens, zijn extra maatregelen nodig om de klimaatdoelen te halen.

	Pragmatisch duurzaam	Samen duurzaam
Windenergie op zee (gigawatt)	22	60
CO ₂ -opslag in oude gasvelden (megaton per jaar)	40	45
Minder CO ₂ -uitstoot (t.o.v. 1990)	80%	100%

Grondstoffen

Barometer	48
Omgaan met grondstoffen	50
Materiaal- en afvalstromen	52
Naar een circulaire economie	54
Circulaire economie in Fryslân	56
Urban mining	58

Geïndustrialiseerde landen gebruiken relatief veel grondstoffen en produceren relatief veel afval. Dat komt niet alleen doordat we veel spullen kopen (en weer weggooien). Ook voor veel primaire levensbehoeften, zoals eten, drinken, een huis en warmte, zijn grondstoffen nodig. En de productie van de grondstof 'biomassa' (door landbouw en bosbouw) heeft enorme effecten op de natuur en de zoetwatervoorraad. Meer welvaart betekent meer grondstoffen-gebruik, wereldwijd waarschijnlijk een verdubbeling in de komende veertig jaar. En ook al wordt steeds meer afval gerecycled en gecomposteerd, de afvalberg groeit waarschijnlijk nog wel even door. Sommige reststromen zijn te verkleinen door minder spullen te kopen (kleding, plastic), andere door spullen niet weg te gooien maar tweedehands aan te bieden of te repareren. Het uiteindelijke doel is een circulaire economie, waarin alle grondstoffen hoogwaardig worden hergebruikt.



Uitsnede Panorama Nederland

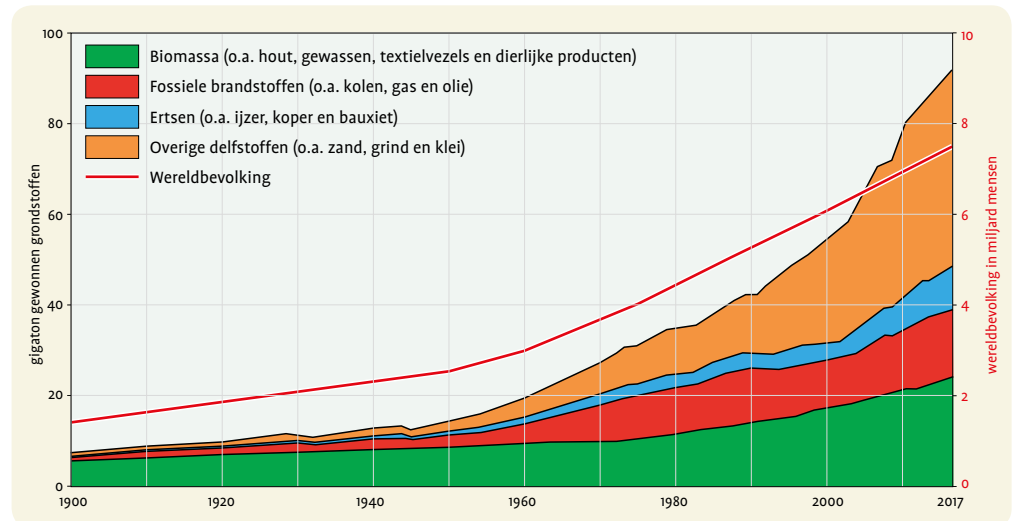
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

3

Barometer > Grondstoffen

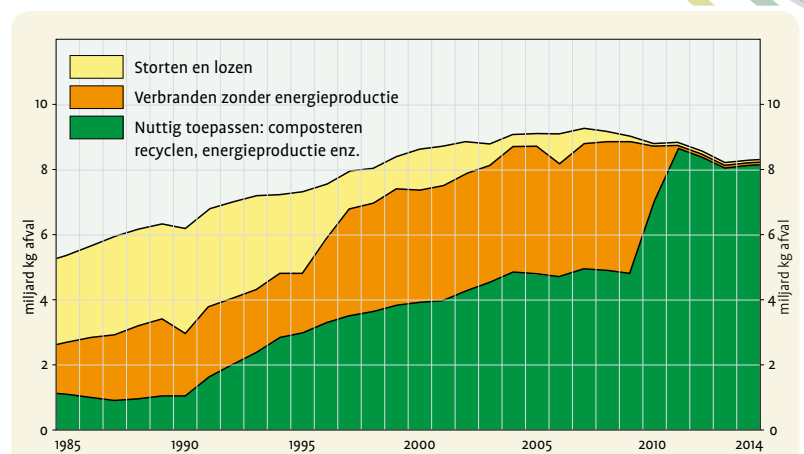
De behoefte aan grondstoffen als zand, kolen, aardolie, metalen, katoen en hout is groter dan ooit. Hier en daar dreigt zelfs schaarste. En de winning en het verbruik veroorzaken milieuschade. Zo komen bij het gebruik van fossiele brandstoffen broeikasgassen vrij en kunnen land- en mijnbouw schadelijke gevolgen hebben voor de natuur. Immens is ook de stroom verbruikte grondstoffen – ofwel afval.

Nederland doet inmiddels niet meer aan lozen, storten of doelloos verbranden. Waar mogelijk wordt afval gescheiden en gerecycled; de rest wordt verbrand om energie te winnen. Toch belandt nog veel westers afval in de derde wereld, van plastic flesjes tot olietankers. Een echt duurzame, 'circulaire' economie, waarin producten een langer leven hebben en alles wordt hergebruikt, is nog ver weg. En voor de energietransitie zijn veel extra grondstoffen nodig, bijvoorbeeld om windmolens, zonnepanelen en elektrische auto's te produceren.



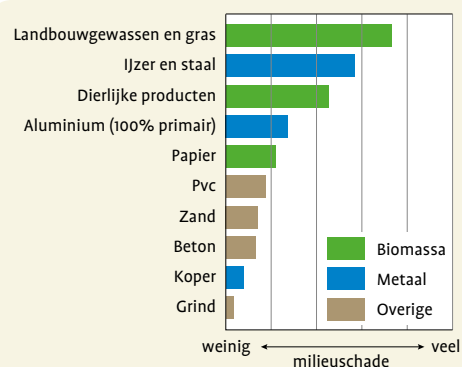
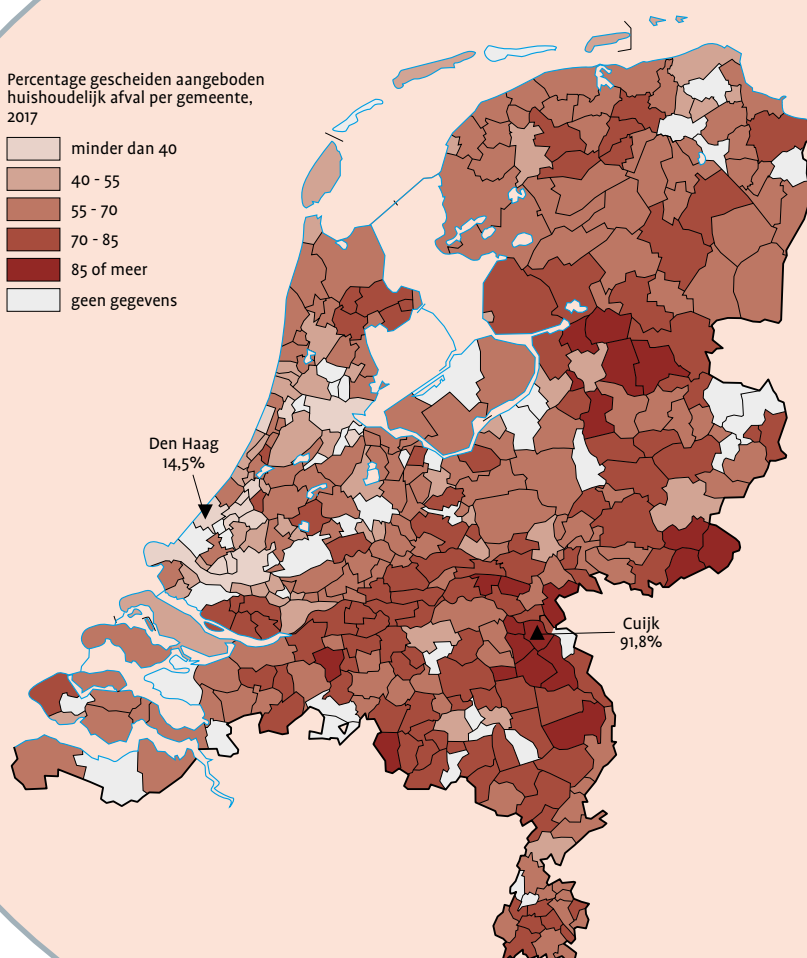
Mensheid verbruikt meer grondstoffen dan ooit

Nederland: vrijwel alle afval nuttig toegepast



Meer afvalscheiding op platteland dan in de stad

Percentage gescheiden aangeboden huishoudelijk afval per gemeente, 2017



Geen basismaterialen zonder schade aan het milieu

Westers afval komt deels terecht in de derde wereld



In Agbogbloshie (Ghana) halen 40.000 Afrikanen waardevolle grondstoffen uit oude apparaten. Vermoedelijk komt dit afval deels uit het Westen.

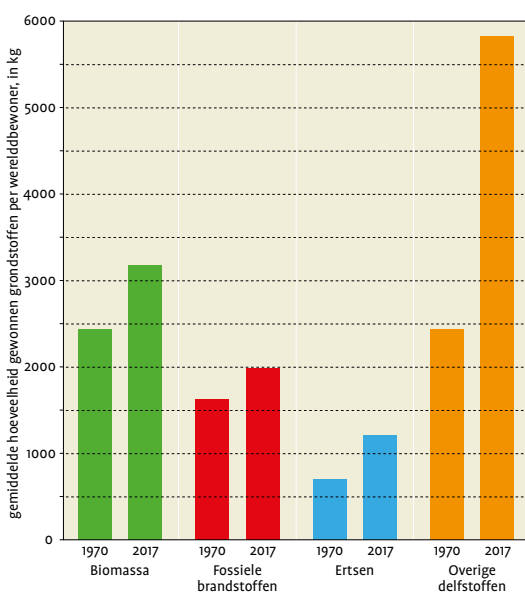
Omgaan met grondstoffen

Grondstoffen zijn materialen die uit de natuur worden gewonnen, zoals biomassa (o.a. landbouwgewassen en hout), fossiele brandstoffen (kolen, olie en gas), ertsen (o.a. ijzer, koper en bauxiet) en andere delfstoffen (o.a. zand, klei en grond). Voor vrijwel alle levensbehoeften

van de mens zijn grondstoffen nodig: voedsel, kleding, warmte en een dak boven je hoofd. Dat geldt ook voor gebruiksvoorwerpen, luxeartikelen en de behoefte om te reizen. Omdat het aantal wereldburgers toeneemt en veel mensen steeds meer spullen bezitten en steeds

mobiel worden, neemt het grondstofverbruik snel toe. Dit heeft negatieve gevolgen voor het klimaat, de natuur en de beschikbaarheid van zoet water. Verminderen van het grondstofverbruik kan door minder te verspillen en meer te hergebruiken, bijvoorbeeld textiel.

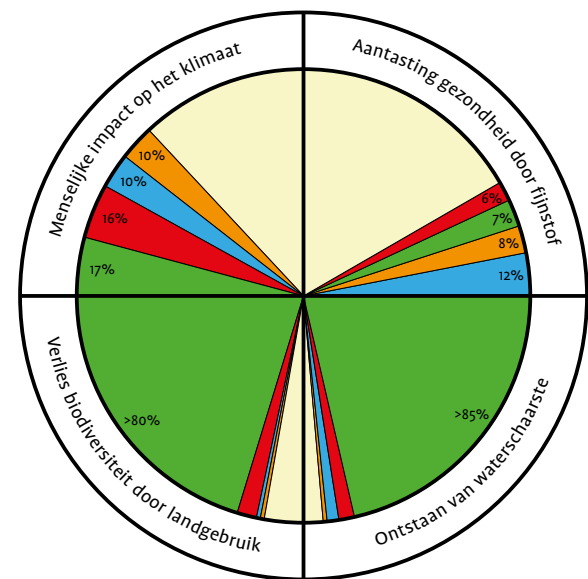
1 Grondstoffen per wereldbewoner



2 Gevolgen van winning en verwerking van grondstoffen

Milieu-effecten van de winning en primaire verwerking van grondstoffen

- Biomassa
- Fossiele brandstoffen
- Ertsen
- Overige delfstoffen (m.n. zand, grind en klei)
- Andere menselijke milieu-effecten



1 - 2 Grootschalige grondstofwinning

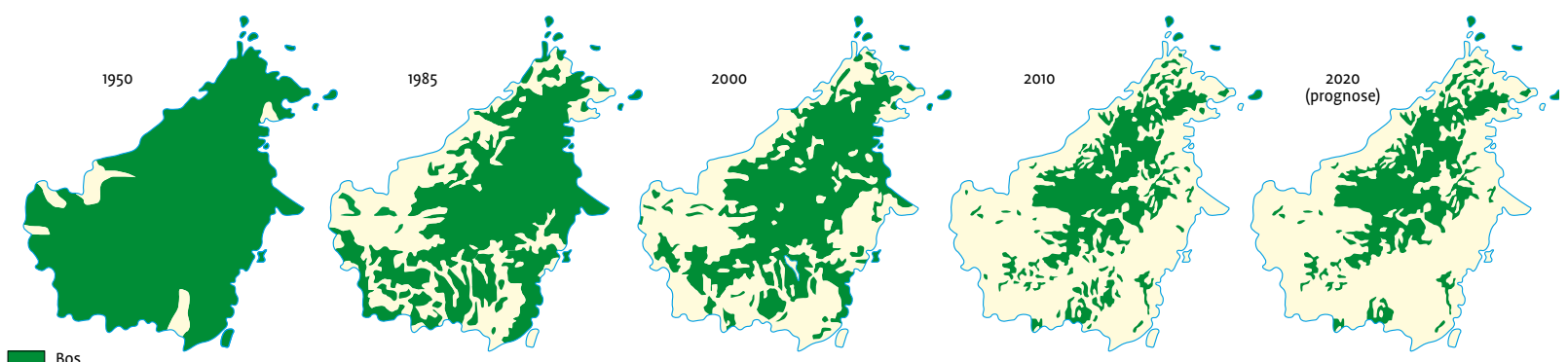
De mens onttrekt meer grondstoffen aan de aarde dan ooit. Dat heeft twee belangrijke oorzaken: de groei van het aantal mensen op aarde en de gestegen welvaart. Tussen 1970 en 2017 verdubbelde de wereldbevolking. In diezelfde halve eeuw zijn wereldburgers gemiddeld veel meer grondstoffen gaan gebruiken, vooral zand en grind voor de bouw. De winning en verwerking van al deze grondstoffen heeft een grote impact op het klimaat en op de leefomgeving.

Meer dan de helft van de menselijke invloed op het klimaat is toe te schrijven aan de winning van grondstoffen. Het grootste zijn de effecten van de productie van 'biomassa' – naast hout ook landbouwproducten als granen, vlees en textielvezels. Dit veroorzaakt meer dan 80% van de afname van het aantal plant- en diersoorten, en meer dan 85% van de wereldwijde schaarste aan zoet water. Grondstofwinning en -verwerking veroorzaakt ook gezondheidsproblemen door fijnstof, maar minder dan andere oorzaken.

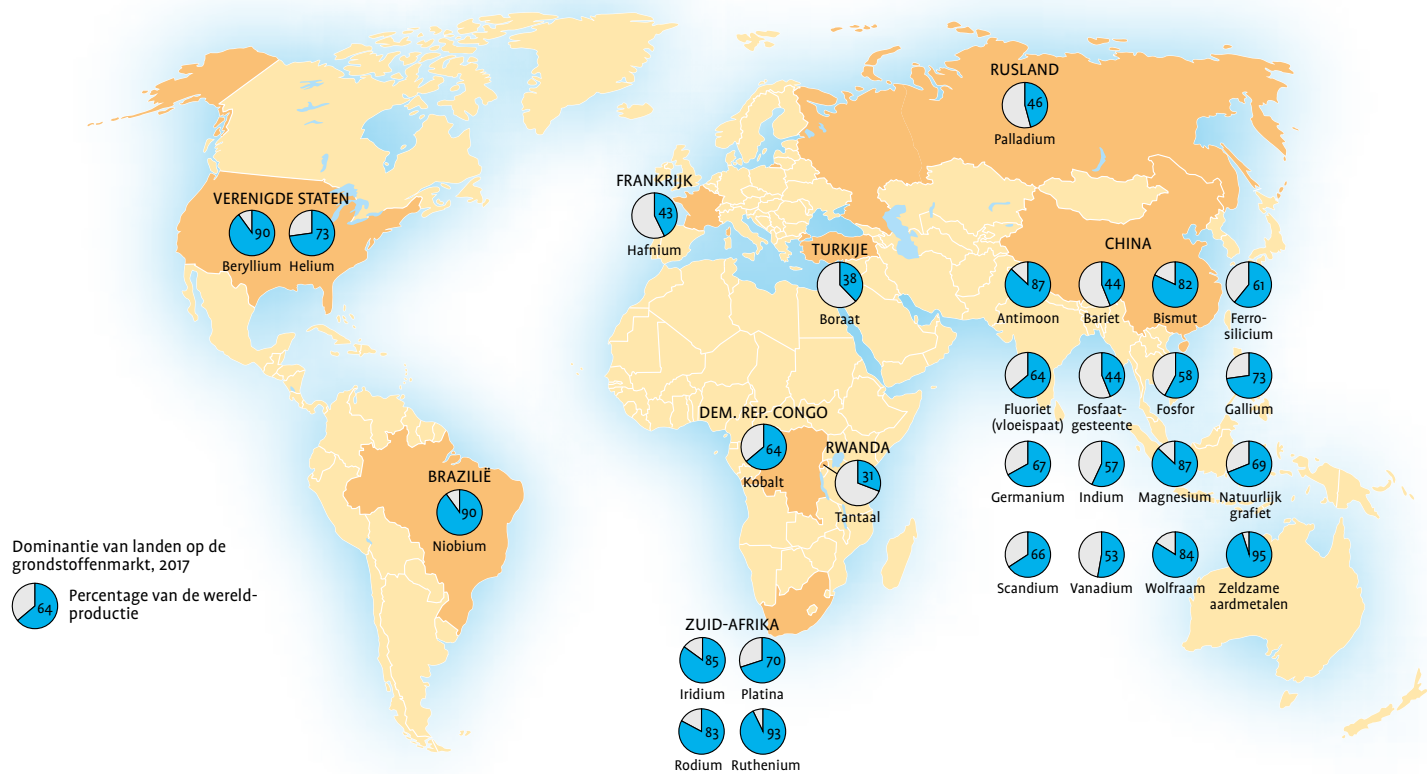
3 Ontbossing

Hout is een hernieuwbare grondstof wanneer houtkap wordt gecompenseerd door nieuwe aanplant. Dat gebeurt op dit moment niet overal. Daardoor ging tussen 2001 en 2017 wereldwijd circa 337 miljoen hectare bos verloren, ongeveer honderd keer Nederland. Op het eiland Borneo maakte tropisch regenwoud plaats voor rubber-, pulp- en palmolieplantages. Het herstel van zulke wouden duurt naar schatting meer dan honderd jaar, veel langer dan bij gewoon bos.

3 Ontbossing op Borneo



4 Zeldzame mineralen: belangrijkste wingebieden



5 Duurzaamheid van verschillende soorten textiel

Type doek (1 kg)	Klimaat	Landgebruik	Waterstress	Gebruik grondstoffen	Gebruik giftige stoffen	Plasticsoep
Acryl, gebreid	●	●	●	●	●	ja
Bioplastic (PLA)	●	●	●	●	●	ja
Elastaan (lycra)	●	●	●	●	●	ja
Hennep	●	●	●	●	●	nee
Katoen	●	●	●	●	●	nee
Katoen, biologisch	●	●	●	●	●	nee
Katoen, gerecycled	●	●	●	●	●	nee
Leer	●	●	●	●	●	nee
Linnen	●	●	●	●	●	nee
Polyamide (nylon)	●	●	●	●	●	ja
Polyester	●	●	●	●	●	ja
Polyester, gerecycled	●	●	●	●	●	ja
Pvc	●	●	●	●	●	ja
Tencel/lyocell	●	●	●	●	●	nee
Viscose (rayon)	●	●	●	●	●	nee
Wol	●	●	●	●	●	nee
Wol, gerecycled	●	●	●	●	geen gegevens	nee
Zijde	●	●	●	●	●	nee

● Grote impact ● Gemiddelde impact ● Kleine impact

4 Mineralenschaarste

Vanwege hun unieke eigenschappen (kleur, geleiding, smelttemperatuur enz.) zijn sommige mineralen onmisbaar voor de chemie en elektronica. De natuurlijke voorraden ervan zijn ongelijk verdeeld over de wereld. Zeker als stoffen schaars zijn en vindplaatsen in oorlogsgebied liggen, is vrije beschikbaarheid niet altijd verzekerd. Een geval apart zijn zeldzame aardmetalen, zoals dysprosium en yttrium, die onder meer nodig zijn voor beeldschermen. Deze stoffen zijn bijna niet te winnen vanwege hun lage concentraties. De weinige plekken waar winning wel mogelijk is, liggen vrijwel allemaal in China.

5 - 6 Dilemma: biologisch of kunststof?

Anders dan vaak wordt gedacht, is kleding van biologische grondstoffen als wol, zijde en katoen niet goed voor het milieu. Deze materialen vragen veel land, water en bestrijdingsmiddelen, en stoffen van dierlijke oorsprong zorgen voor broeikasgassen. Kunststof kleding is evenmin ideaal: die is meestal gemaakt van niet-hernieuwbare aardolie. Zelfs bioplastic heeft nadelen. Vandaar dat je de milieudruk van textiel nog het meest verkleint door gewoon minder nieuwe kleding aan te schaffen. Als alle Nederlanders per jaar één nieuw kledingstuk minder kopen, bespaart dat evenveel CO₂ als de overstap van heel Rotterdam op een vegetarisch dieet.

6 Tips voor duurzame kleding

Milieubewuster kleden

Aanschaffen

- Minder kleding kopen
- Tweedehands kleding kopen
- Tijdloze kleding kopen, niet meedoen aan modetrends
- Voor speciale gelegenheden: lenen of huren
- Kiezen voor kleine milieu-impact (bijvoorbeeld gerecyclede in plaats van nieuwe wol)

Gebruiken

- Wassen op lage temperatuur
- Geen wasdroger gebruiken
- Levensduur van kleding verlengen:
 - minder vaak wassen (vanwege slijtage)
 - kapotte kleding repareren
 - van oude kleding iets nieuws maken (refashion)

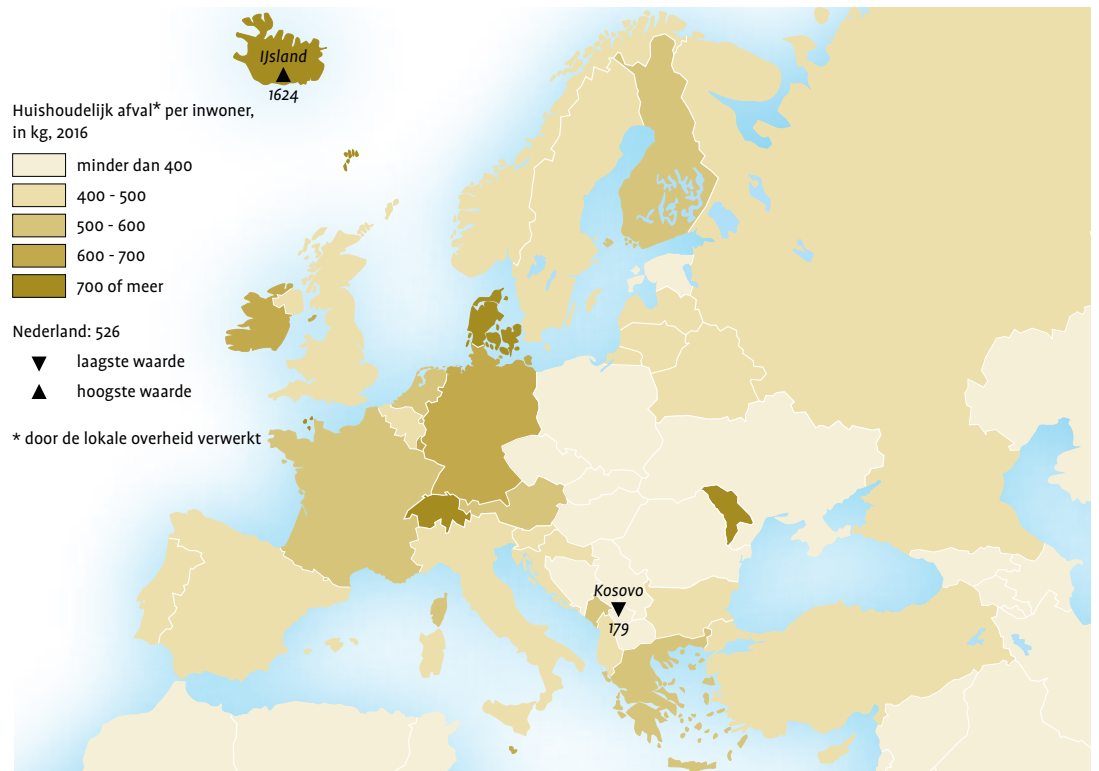
Niet weggooien

- Ruilen
- Naar tweedehandskledingwinkel
- In textielbak (ook schoenen en accessoires)

Materiaal- en afvalstromen

Volgens de Wereldbank produceerden wereldburgers in 2016 gemiddeld 0,74 kilo afval per dag. Er zijn grote verschillen tussen arme en rijke landen: in Afrika ten zuiden van de Sahara is het 0,46 kilo en in Noord-Amerika 2,21 kilo. Naar verwachting zal door welvaarts- en bevolkingsgroei de hoeveelheid afval in de wereld nog sterk toenemen, mogelijk met 70% tussen nu en 2050. Ruim een derde deel van al dat afval wordt nu nog in de open lucht verbrand of gestort. Duurzame alternatieven voor deze laagwaardige vormen van afvalverwerking zijn recyclen en composteren. De verwerking van het veelgebruikte en moeilijk afbreekbare plastic vormt een bijzonder aandachtspunt.

1 Huishoudelijk afval



1 Composteren en recyclen nemen snel toe

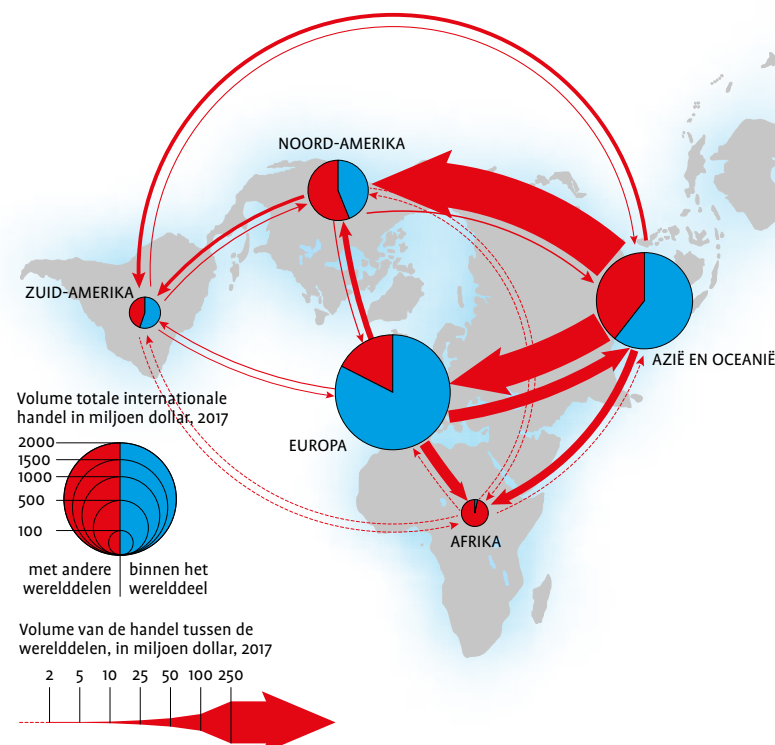
In 2016 zetten bewoners van de Europese Unie gemiddeld 480 kilo huishoudelijk afval aan de straat. Tussen de lidstaten bestaan grote verschillen, onder andere door verschillen in welvaart. Zo haalden vuilnisdiensten in West-Europa meer afval op dan die in Zuid- en Oost-Europa. Daar staat tegenover dat composteren en recyclen met name in West-Europa snel terrein hebben gewonnen. Met 66% is Duitsland

koploper. Gemiddeld wordt 47% van al het afval in de EU op deze manier verwerkt. In 1995 was dit nog maar 17%. Daarnaast wordt al veel afval gebruikt om energie op te wekken, vooral in Nederland en Denemarken. Een kwart van het EU-afval belandt nog op de vuilnisbelt. Landen in Zuid- en Oost-Europa storten nog ongeveer de helft van hun afval. Deze milieuvriendelijke vorm van afvalverwerking komt in West-Europese landen nauwelijks meer voor.

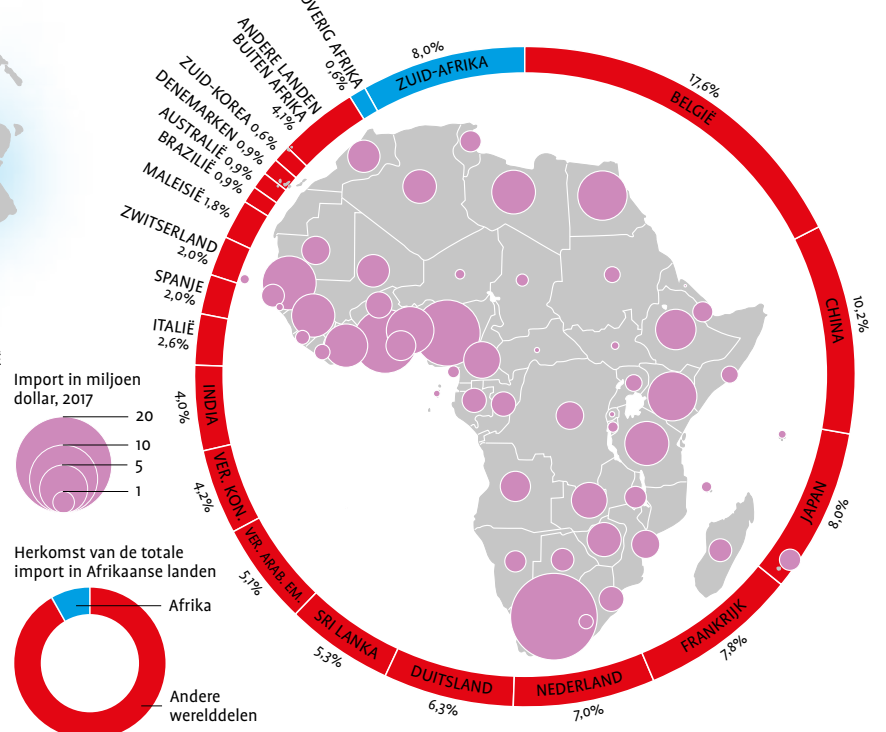
2 - 3 Bestemmingen gebruikte autobanden

Afgedankte autobanden nemen veel ruimte in en breken biologisch nauwelijks af. Dumpen kan het milieu belasten, bijvoorbeeld als de banden in brand raken. Ontwikkelde landen proberen ze zoveel mogelijk te recyclen of als energiebron te gebruiken. In de EU wordt inmiddels meer dan 95% zo verwerkt. Toch groeit de stroom autobanden over de wereld snel. Een deel komt – legaal of illegaal – terecht in Afrika.

2 Handel in gebruikte autobanden



3 Afrika: import van gebruikte autobanden



4 Nederland doorvoerland

Met twee grote zeehavens en een groot Europees achterland fungeert Nederland als doorvoerland voor grondstoffen. De invoer is ruim drie keer zo groot als de binnenlandse productie. In- en uitvoer bestaan hoofdzakelijk uit fossiele brandstoffen en biomassa. Dat geldt ook voor de binnenlandse productie, dankzij de Groningse gaswinning en een grote landbouwsector. Het materiaalgebruik in eigen land is voor gebouwen, de aanleg van infrastructuur en de productie van goederen. Een deel verdwijnt in het milieu, een ander deel wordt opnieuw gebruikt.

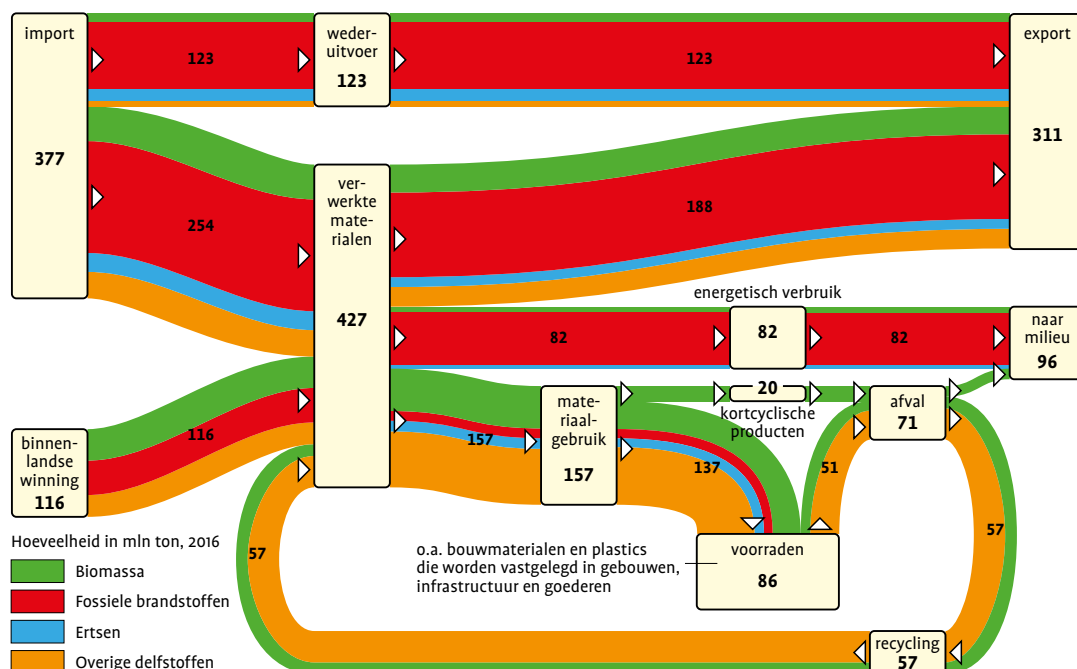
5 - 6 Afval in Nederland

Van de circa 500 kilo afval die Nederlanders gemiddeld per jaar produceren, inclusief grof vuil, bieden ze iets meer dan de helft gescheiden aan. Vooral het scheiden van groente-, fruit- en tuinafval (gft) is populair. Op het platteland gebeurt dit op grotere schaal dan in het verstedelijkte westen. Een groot deel van het afval bestaat uit verpakkingen. Daarvan wordt in Nederland relatief veel gerecycled, tot ver boven de EU-doelstelling.

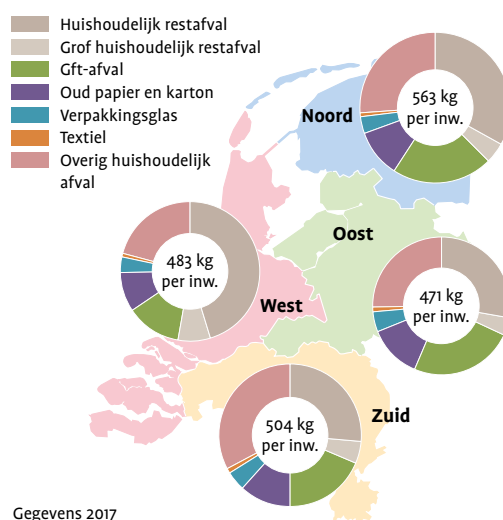
7 - 9 Plastic: een groeiend probleem

Plastic is een veelzijdig materiaal: goedkoop, beschikbaar in elke kleur en hardheid, eenvoudig te verwerken en met een lange levensduur. Sinds 1950 groeit de vraag naar plastic dan ook spectaculair, tot op de dag van vandaag. Maar plastic is inmiddels ook een probleem. Het grootste deel van alle geproduceerde plastic is in de loop der tijd weggegooid, op het land of in het water. In oceanen hoopt het zich op in ringvormige zeestromingen, zogeheten 'gyres'. Daar breekt het niet af maar valt het uiteen in kleine deeltjes, die deels in de voedselketen terechtkomen. In 2018 startte een Nederlands initiatief om dit plastic afval op te ruimen: *The Ocean Cleanup*. Westerse landen proberen meer plastic te recyclen, maar verschepen het ook naar andere landen. Sinds 2018 weigert China zulke zendingen, een voorbeeld dat andere landen inmiddels volgen.

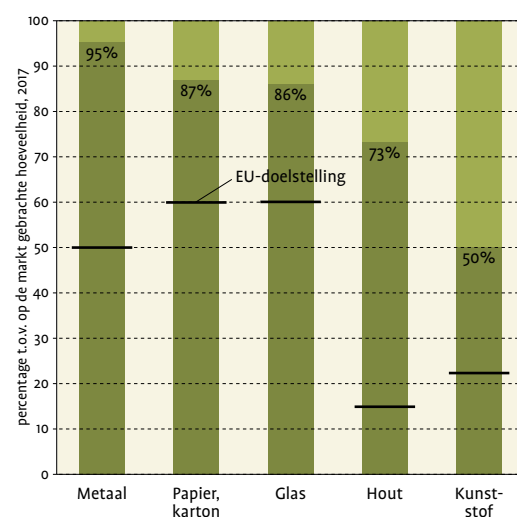
4 Materiaalstromen door Nederland



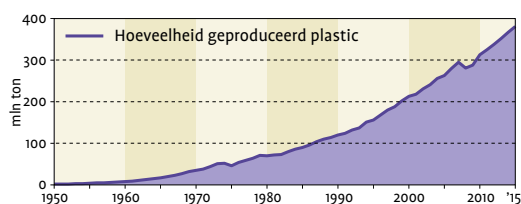
5 Samenstelling huishoudelijk afval



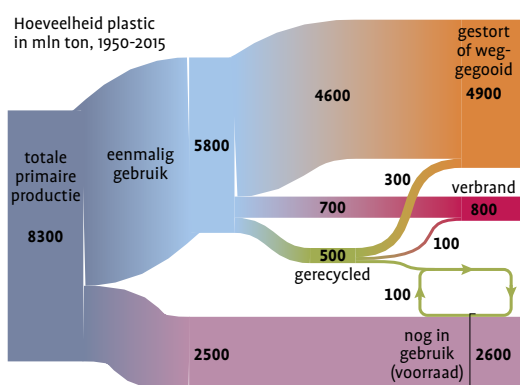
6 Recyclen van verpakkingen in Nederland



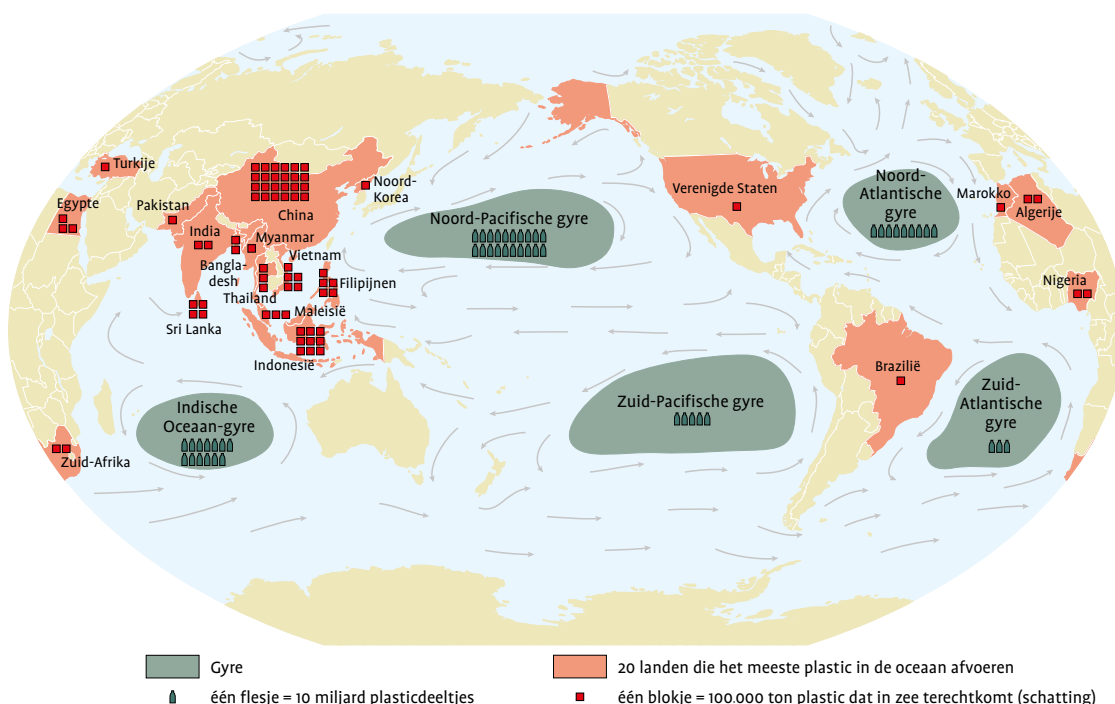
7 Productie van plastic



8 Verwerking van plastic



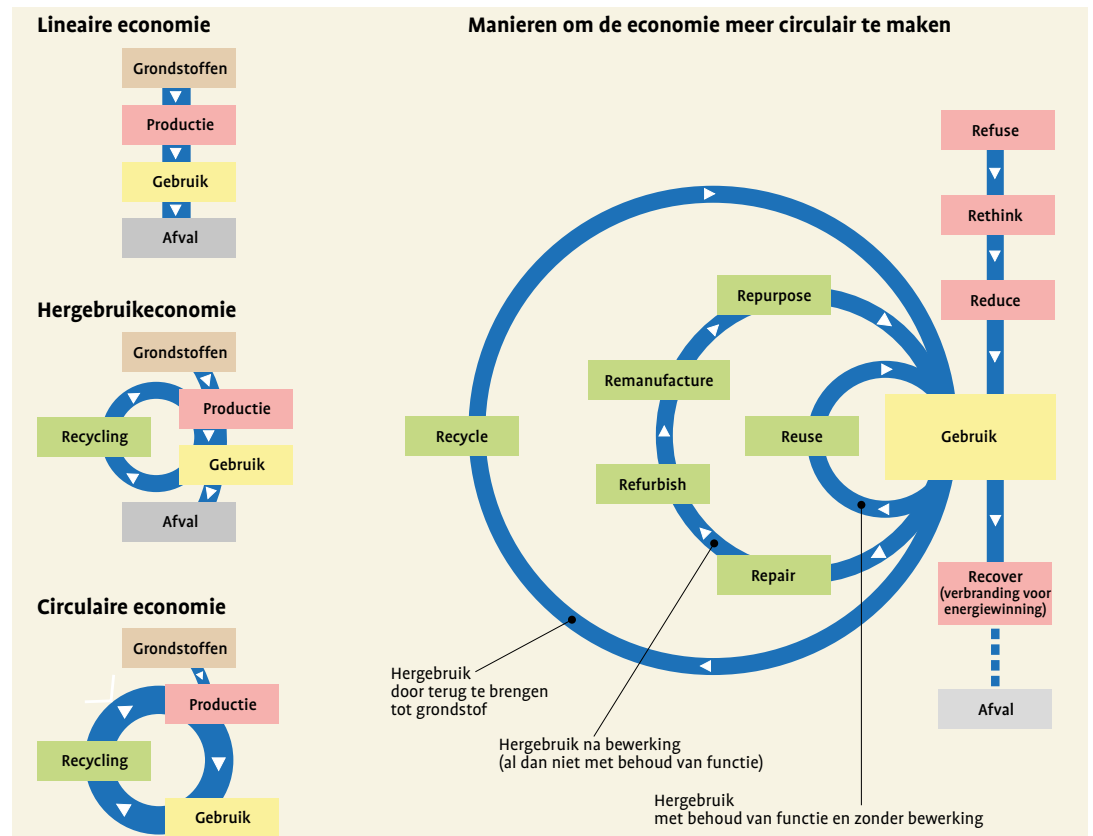
9 Plasticsoep in de oceanen



Naar een circulaire economie

De Nederlandse regering streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Dit betekent dat alle afval tegen die tijd volledig wordt hergebruikt. Zijn daarnaast meer grondstoffen nodig, dan moeten die duurzaam geproduceerd, hernieuwbaar en ruim voorradig zijn. Daarbij richt de overheid zich op vijf aandachtsgebieden: voedsel en andere dierlijke en plantaardige producten ('biomassa'), kunststoffen, de maakindustrie, de bouw en consumptiegoederen. Het streven is onder meer om minder grondstoffen te gebruiken, minder producten te verspillen en de gebruiksduur van producten te verlengen, bijvoorbeeld door reparatie en tweedehands gebruik te bevorderen.

1 Van lineair naar circulair



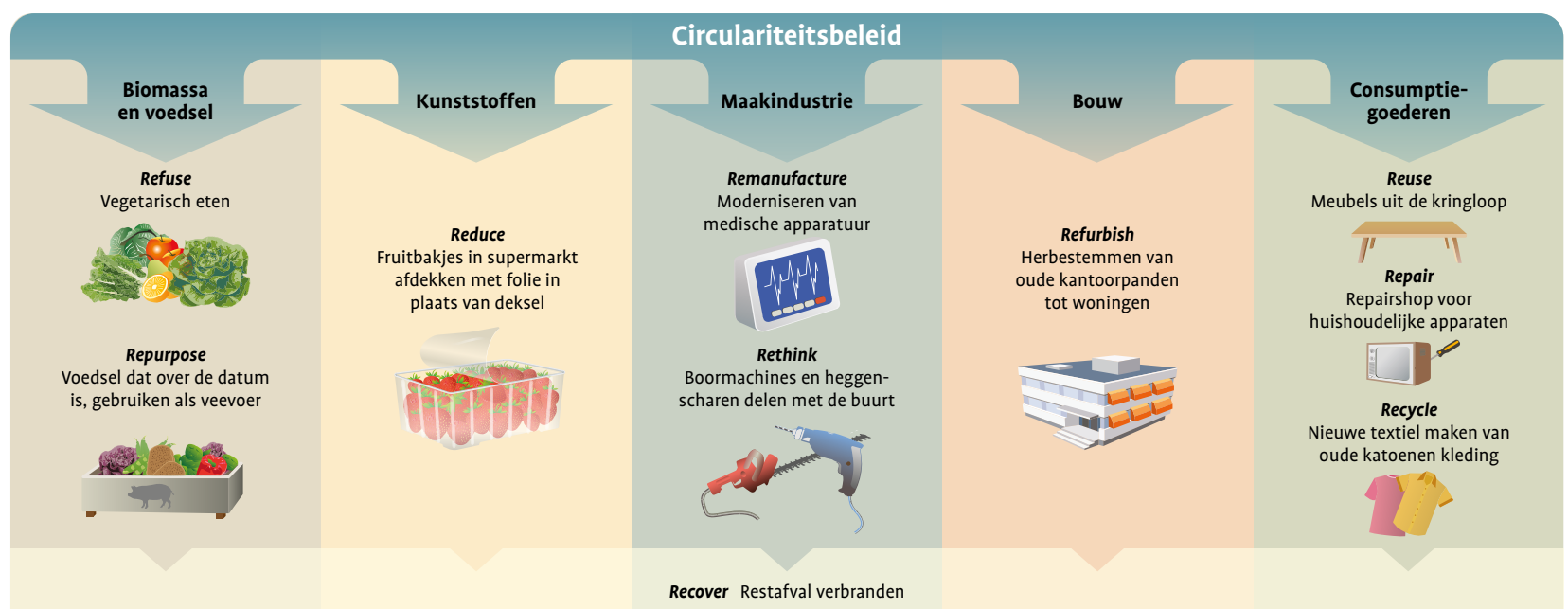
1 - 2 Meer dan recylen

In de 20e eeuw waren economieën overwegend lineair: producenten maakten van kersverse grondstoffen spullen, die na gebruik veranderden in nutteloos afval. Deze werkwijze belast de leefomgeving en leidt tot grondstoffenschaarste. Beter is het de productie- en gebruiksketen te sluiten, ofwel 'circulair' te maken. Op dit gebied is al het nodige bereikt door van afval nieuwe grondstoffen te maken (recycling). Maar ook

daarbij blijft vaak nog afval over. We spreken pas van een circulaire economie als de gehele keten volledig is gesloten. Recyclen is maar een van de tien mogelijkheden om grondstofgebruik terug te dringen en de hoeveelheid nutteloos afval te verminderen. De meest radicale is: producten die niet echt nodig zijn, niet meer maken (refuse). En verder: intensivering van het gebruik, bijvoorbeeld door producten te delen met anderen (rethink),

of grondstof-arm te ontwerpen (reduce). In de gebruiksfase staat verlenging van de levensduur voorop: door tweedehands gebruik (reuse), repareren (repair), opknappen en weer hip maken (refurbish), of reviseren (remanufacture). Soms is een product te gebruiken voor een ander doel dan waarvoor het oorspronkelijk is gemaakt (repurpose). Gebruik als brandstof (recover) is de minst duurzame vorm van hergebruik.

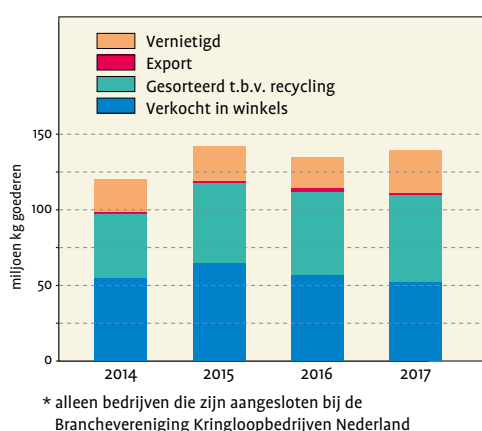
2 Circulaire economie in de praktijk



3 - 4 Dilemma: vervangen of repareren?

Auto's en fietsen laten we repareren, maar veel andere gebruiksartikelen gooien we weg als ze niet meer goed werken. Repareren is vaak lastiger en duurder dan vervangen. Sinds de opkomst van repaircafés in 2009 wegen deze bezwaren minder zwaar. Inmiddels organiseren vrijwilligers op honderden plaatsen in het land gratis toegankelijke bijeenkomsten voor reparatie of advies. En wie op zijn interieur is uitgekeken of graag wil 'ontspullen', kan terecht bij een kringloopwinkel. In gewicht uitgedrukt vindt bijna 40% van de aangeboden goederen langs deze weg een nieuwe eigenaar (reuse) en wordt nog eens 40% gerecycled. In 2017 werd door kringloopverkoop 105 miljoen kilo CO₂ bespaard.

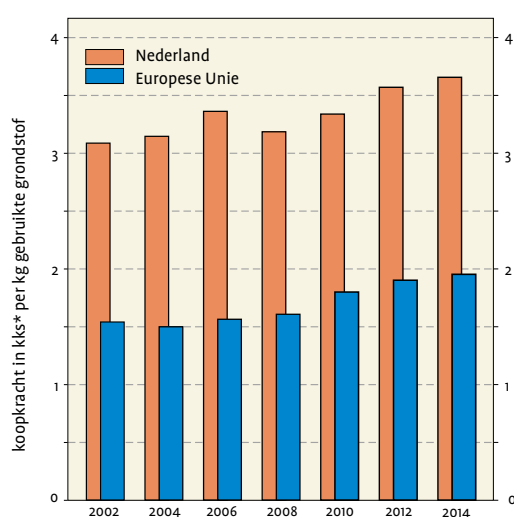
4 Hoeveel brengen we naar de kringloop*?



5 - 6 Zuinig met grondstoffen

De koopkracht per kilo gebruikte grondstof is een maat voor de grondstofefficiëntie van landen. Op dit punt scoort Nederland binnen Europa na Luxemburg als beste, en gaat het nog steeds vooruit. Daaruit kun je afleiden dat de Nederlandse industrie relatief zuinig omgaat met grondstoffen. Voor een eerlijke vergelijking zou je wel ook moeten kijken naar het relatieve belang van de industrie. Verdient een land veel geld met dienstverlening, dan zal het weinig grondstoffen gebruiken en hoog scoren op grondstofefficiëntie.

6 Ontwikkeling grondstofefficiëntie



3 Repaircafés en kringloopwinkels

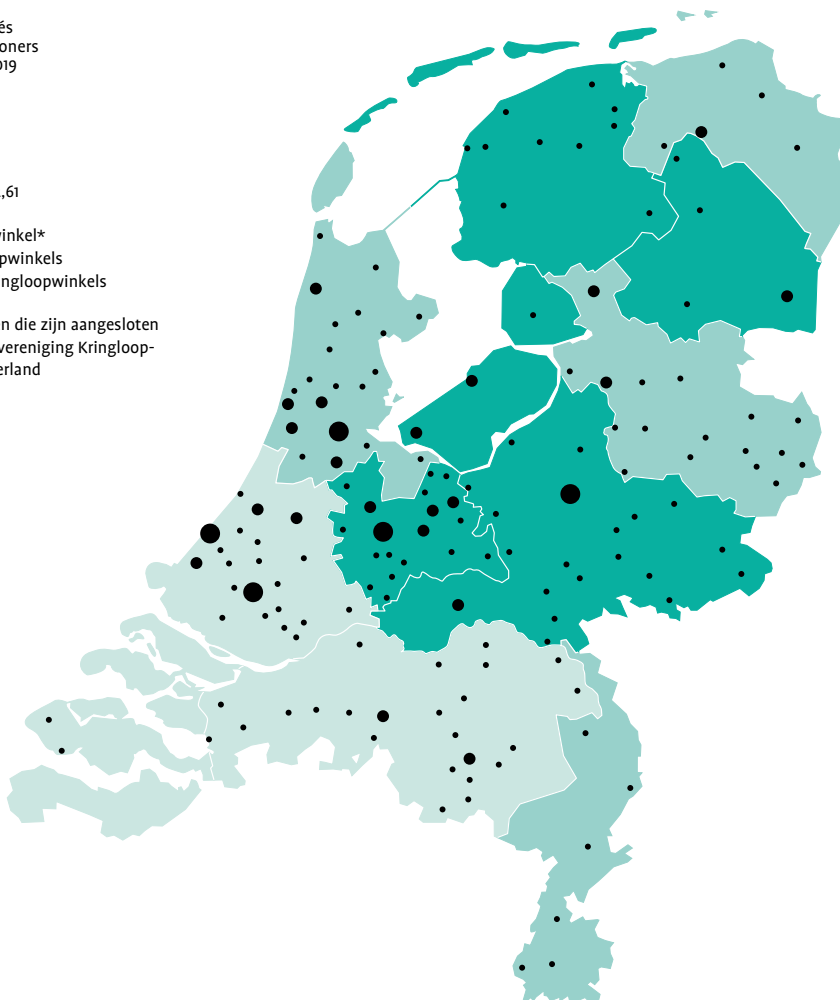
Aantal repaircafés per 100.000 inwoners per provincie, 2019



NL-gemiddeld: 2,61

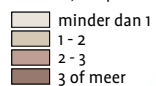
- 1 kringloopwinkel*
- 2-4 kringloopwinkels
- 5 of meer kringloopwinkels

* alleen bedrijven die zijn aangesloten bij de Branchevereniging Kringloopbedrijven Nederland

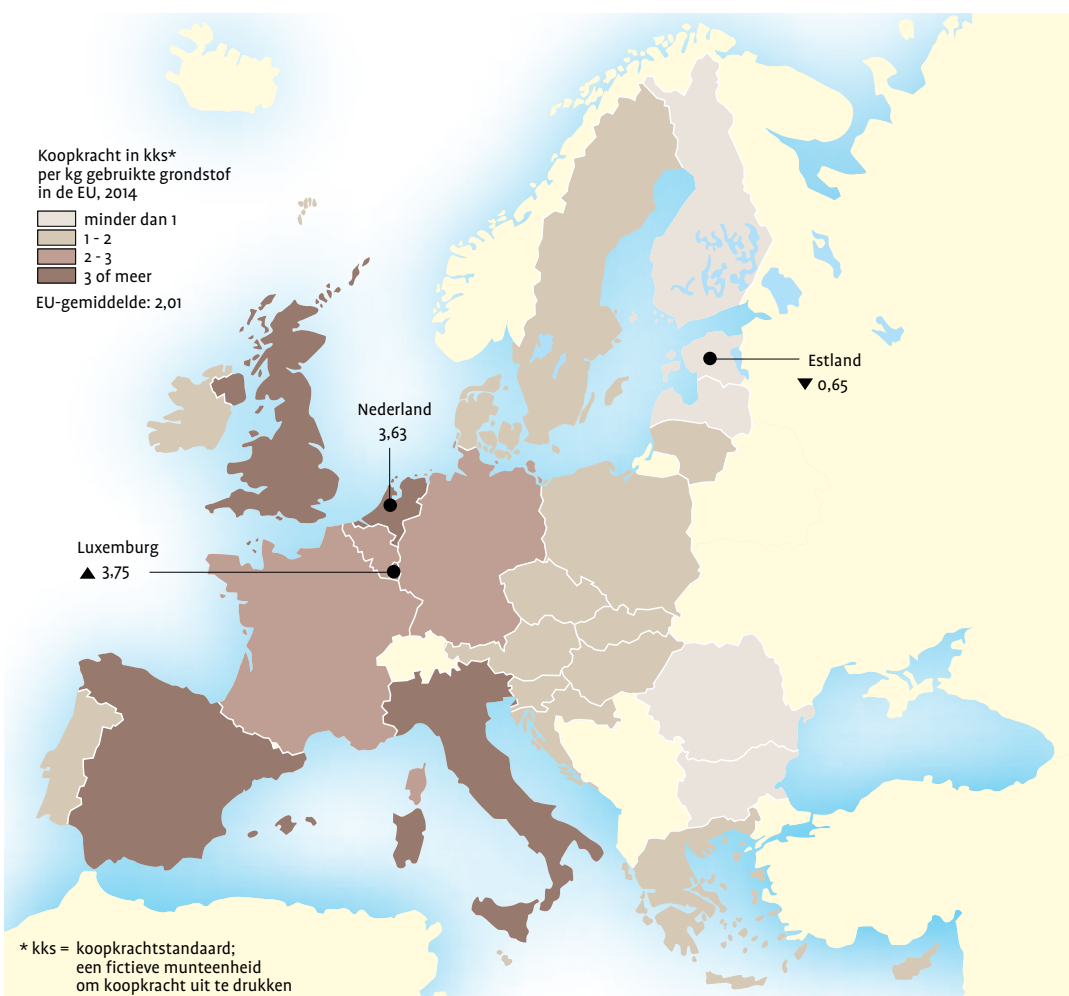


5 Grondstofefficiëntie binnen de Europese Unie

Koopkracht in kks* per kg gebruikte grondstof in de EU, 2014



EU-gemiddelde: 2,01



1 Zeven 'pilaren'

Bij hun samenwerking gaan de Friese bedrijven en instellingen uit van een brede opvatting over circulariteit. Zo letten zij niet alleen op het gebruik van grondstoffen, energie en water, maar ook op 'pilaren' als maatschappelijk welzijn, gezondheid en biodiversiteit.

2 Naar een gesloten systeem

Wie de ketens wil sluiten, moet eerst weten hoe de huidige grondstof-, water- en energiestromen eruitzien. In Fryslân valt het aandeel van de landbouw op. Agrarisch afval is gedeeltelijk te recycleren. Boeren kunnen een deel van de mest uitrijden over akkers. Niet-eetbare plantenresten (biomassa) leveren energie op of zijn te gebruiken als grondstof in de chemie. Met moderne technieken zijn stikstof en fosfaat uit afvalwater terug te winnen. Ook veel huishoudelijk afval wordt gerecycled. Maar echt gesloten zijn de ketens nog niet.

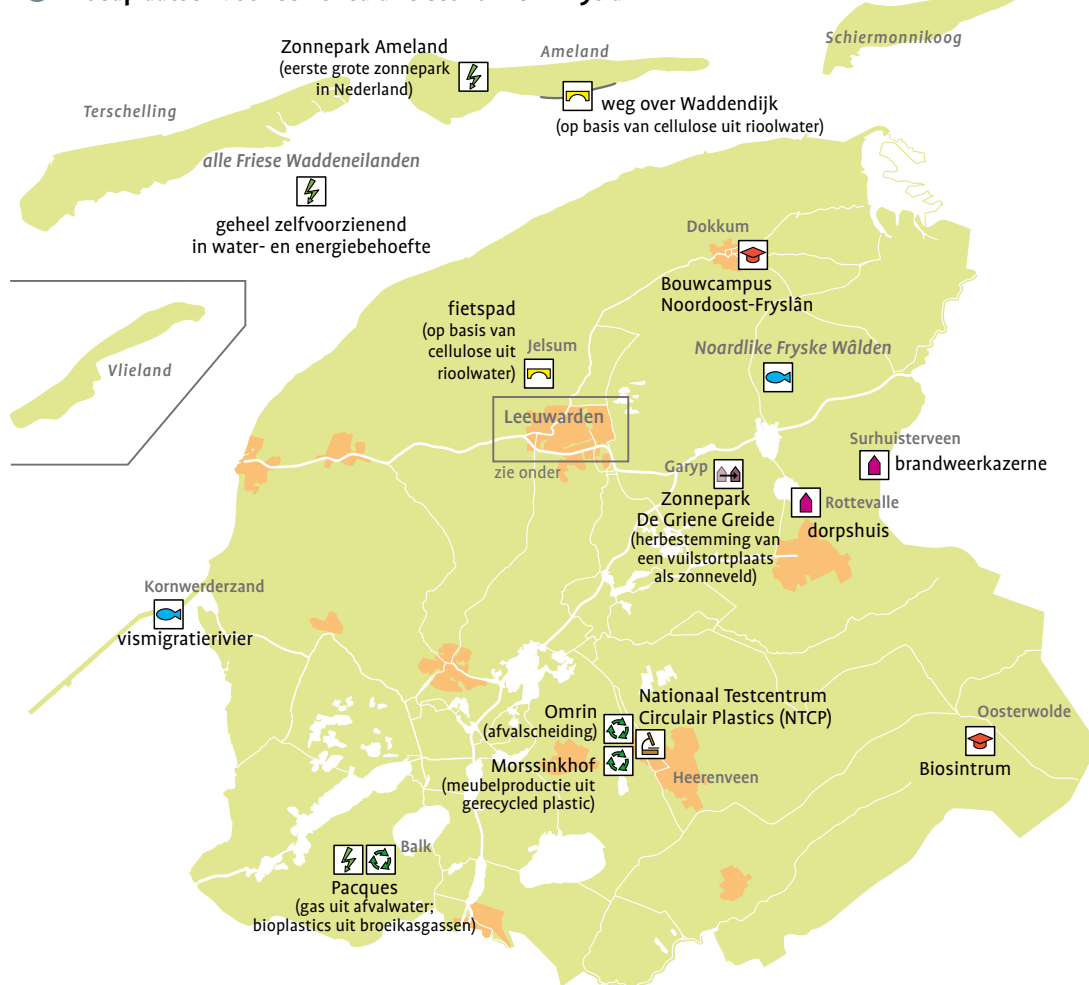
3 Een netwerk door de hele provincie

Op tientallen plaatsen in Fryslân wordt gewerkt aan het circulair maken van de Friese economie. Het gaat om uiteenlopende initiatieven: van de bouw van een energieneutrale schaatshal tot het starten van gespecialiseerde opleidingen en onderzoeksinstituten. Door in een vereniging samen te werken, kunnen bedrijven en instellingen elkaar over en weer inspireren.

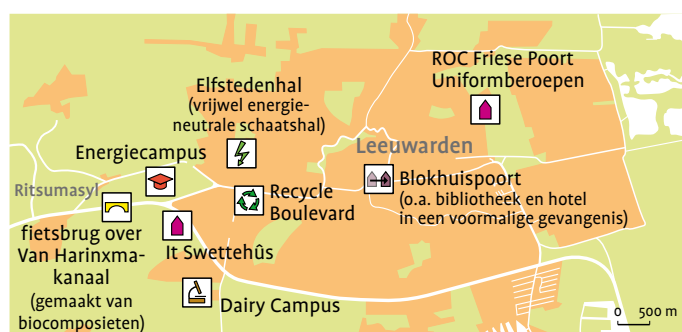
4 Van afval tot picknicktafel

Een voorbeeld van innovatie is de verwerking van ingezameld plastic. In Heerenveen is een techniek ontwikkeld die (naast metalen) maar liefst zes soorten plastic kan scheiden. Dat maakt het mogelijk heel zuivere kunststofkorrels te maken, die weer als grondstof dienen voor tal van nieuwe producten.

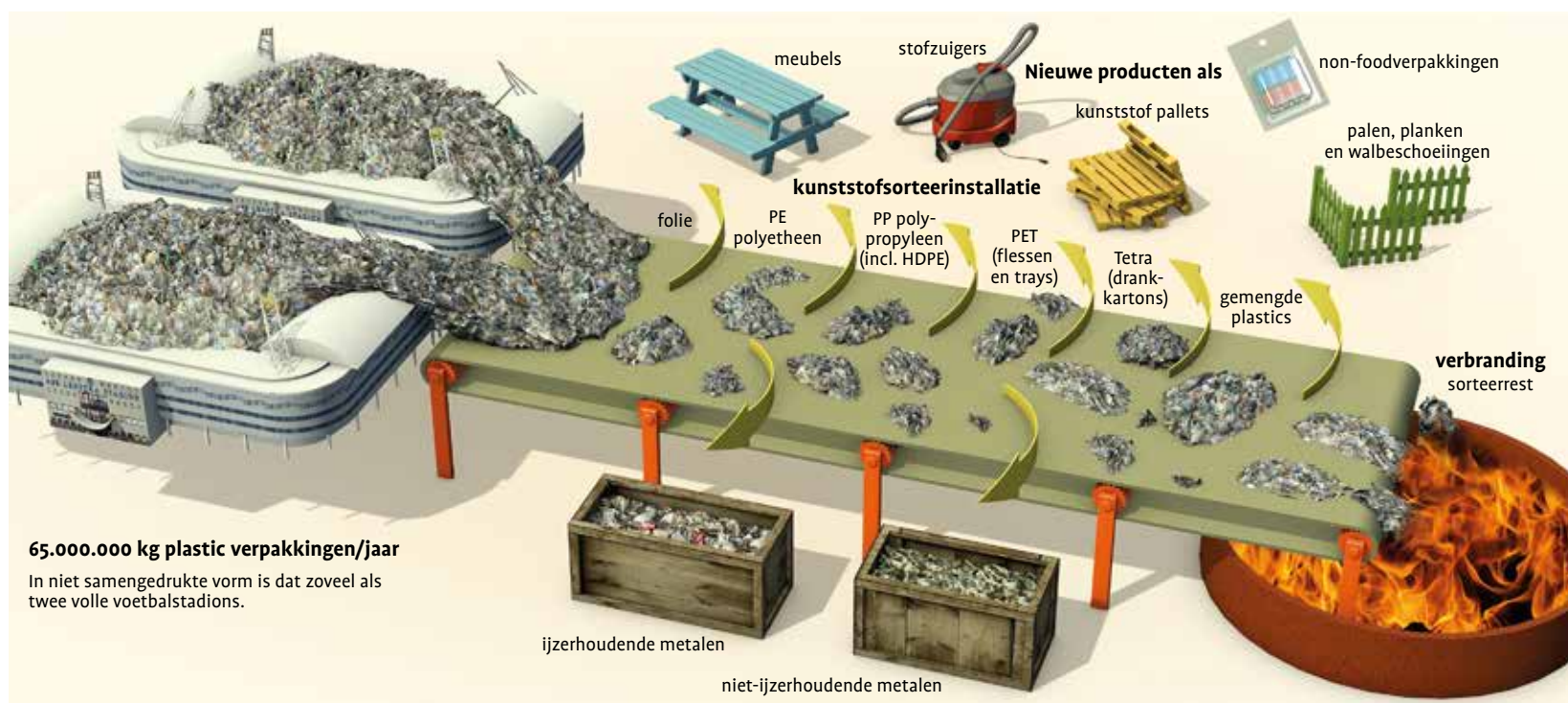
3 Broedplaatsen voor een circulaire economie in Fryslân



- Recycling, nieuwe materialen
- Circulair gebouwde panden
- Circulair gebouwde bruggen en wegen
- Hergebruik, herbestemming
- Energie
- Biodiversiteit
- Onderwijsinstelling
- Onderzoeksinstituut



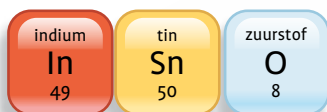
4 Recycling van gescheiden ingezameld plastic



Urban mining

De voorraden van mineralen als zilver, kobalt en yttrium zijn niet oneindig. Ook belast mijnbouw het milieu en liggen de mijnen soms in oorlogsgebied, wat levering onzeker maakt. Maar het gebruik van deze stoffen neemt toe, in telefoons bijvoorbeeld. Alle reden dus om uit afval de kostbare grondstoffen terug te winnen. 'Urban mining' wordt dat wel genoemd: de stad als de meest efficiënte mijn die er is.

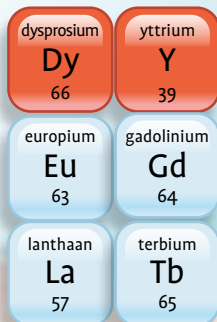
Touchscreen



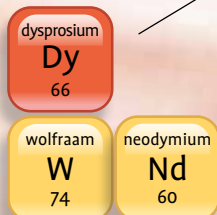
Glaslaag



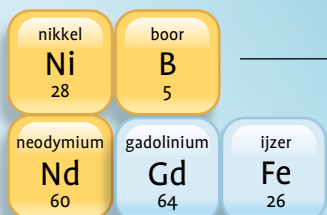
Kleurendisplay



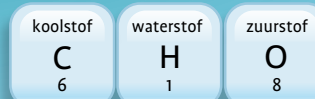
Trilelement



Microfoon en speakers



Divers plastic (polymeren)
voornamelijk bestaand uit C, H en O



The diagram shows a portion of the periodic table with four elements highlighted in blue boxes:

- aluminium** (Al) with atomic number 13
- silicium** (Si) with atomic number 14
- ijzer** (Fe) with atomic number 26
- zuurstof** (O) with atomic number 8

A vertical line is drawn below the aluminium box, extending downwards.

tantaal Ta 73	zilver Ag 47
platina Pt 78	goud Au 79
koper Cu 29	tin Sn 50

arseen As 33	gallium Ga 31
fosfor P 15	antimoon Sb 51
silicium Si 14	

The diagram shows five rounded rectangular boxes arranged in a grid. The top row contains two boxes: 'magnesium' with symbol 'Mg' and atomic number '12', and 'nikkel' with symbol 'Ni' and atomic number '28'. The middle row contains two boxes: 'koolstof' with symbol 'C' and atomic number '6', and 'aluminium' with symbol 'Al' and atomic number '13'. The bottom row contains one box: 'broom' with symbol 'Br' and atomic number '35'.

magnesium Mg 12	nikkel Ni 28
koolstof C 6	aluminium Al 13
broom Br 35	

Diagram illustrating the arrangement of atoms and their valence electrons in a water molecule (H₂O). The central atom is oxygen (O), which has 6 valence electrons (4 lone pairs, 2 in bonds). It is bonded to two hydrogen atoms (H), each with 1 valence electron (2 in bonds). The diagram shows the overlap of orbitals to form covalent bonds.

De scheikundige elementen zijn de bouwstenen van alles op aarde. Terugwinnen uit afval is nodig, anders kunnen sommige al binnen honderd jaar op zijn. Ook elementen die veel worden gebruikt in smartphones.

- voorraad kan binnen honderd jaar op zijn
- door toenemend gebruik steeds schaarser
- beperkt voorradig, toekomstig risico
- ruimschoots voorradig
- * afkomstig uit oorlogsgebied
- gebruikt in smartphones

1 H																	2 He																														
3 Li	4 Be															5 B											6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																
11 Na	12 Mg	13 Al																			14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																						
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																														
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43* Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50* Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																														
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73* Ta	74* W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79* Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn																														
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	92 U														94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																				
																		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og															
																		121 Nh	122 Ta	123 Ta	124 Ta	125 Ta	126 Ta	127 Ta	128 Ta	129 Ta	130 Ta	131 Ta	132 Ta	133 Ta	134 Ta	135 Ta	136 Ta	137 Ta	138 Ta	139 Ta	140 Ta	141 Ta	142 Ta	143 Ta	144 Ta	145 Ta	146 Ta	147 Ta	148 Ta	149 Ta	150 Ta

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Verenigde Staten
zeldzame aardmetalen

Mexico
gallium (Ga)
zilver (Ag)

Peru
gallium (Ga)
zilver (Ag)

Rusland
platina (Pt)

Marokko
arsen (As)

D.R. Congo
kobalt (Co)
tantaal (Ta)

Zuid-Afrika
platina (Pt)

Zuid-Korea
indium (In)

China
arsen (As)
gallium (Ga)
indium (In)
zeldzame aardmetalen
zilver (Ag)

Australië
zeldzame aardmetalen

In de
gemiddelde
smartphone van
de afgelopen
tien jaar zit:



Voor dezelfde hoeveelheid moet 600 kg gouderts worden gedolven.

Een 'modulaire' telefoon kopen, waarvan de onderdelen zijn te vervangen of te repareren.



Niet elke twee jaar een nieuwe telefoon kopen, alleen de accu vervangen.



Bij een defect
de telefoon
laten repareren
in een repairshop.



Je oude telefoon
inleveren bij een
inzamelpunt
voor recycling.



Openbreken en zelf metalen terugwinnen (kan giftig zijn, levert weinig op).

Natuur

Barometer 62

Biodiversiteit in de wereld 64

Natuur in Nederland 66

Bedreigingen voor Nederlandse natuur 68

Ecologische verbetering Eems-Dollard 70

Kringlooplandbouw en biodiversiteit 72

De natuur is van groot belang voor de mens, maar is er slecht aan toe. Steeds meer mensen gebruiken een steeds groter deel van het aardoppervlak om te wonen, te werken, voedsel te verbouwen, delfstoffen te winnen en wegen aan te leggen. Dat gaat allemaal ten koste van de leefomgeving van planten en dieren, en daarmee ook van de biodiversiteit. Nieuwe bedreigingen zijn klimaatverandering en invasie van exoten – soorten die door menselijk toedoen in een ander ecosysteem belanden. Inmiddels staan we, na de meteorietinslag die de dinosauriërs wegvaagde, mogelijk aan het begin van een nieuwe uitstervingsgolf, deze keer veroorzaakt door de mens. Dat is een groot probleem. Want niet alleen hebben we de natuur hard nodig voor schoon drinkwater en de bestuiving van voedselgewassen, gezonde bossen zijn ook van levensbelang voor de aanpak van het klimaatprobleem.



Uitsnede Panorama Nederland

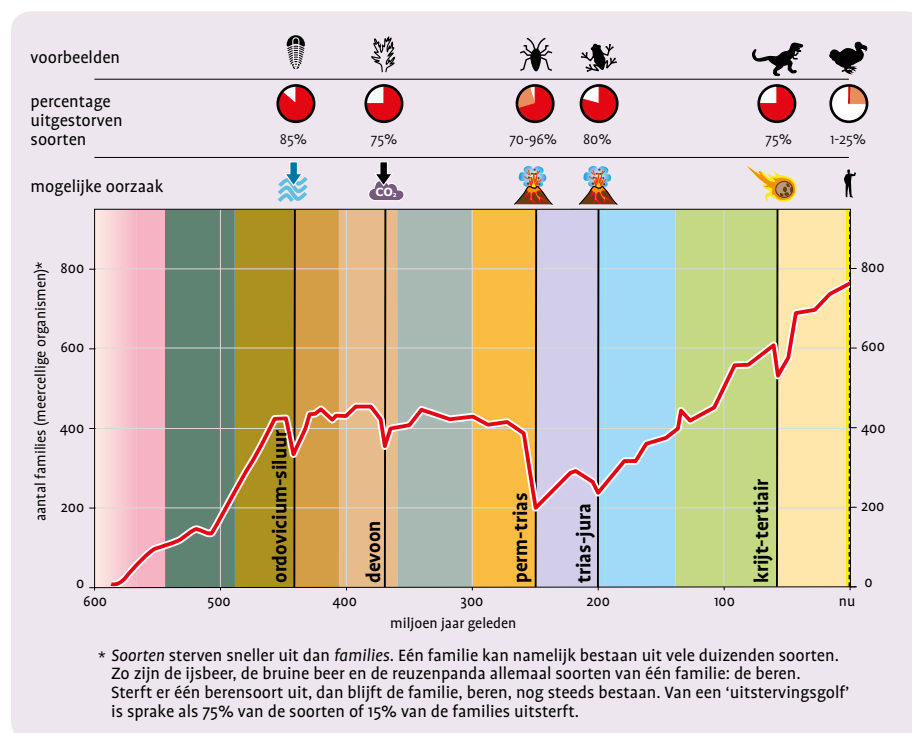
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

4

Barometer > Natuur

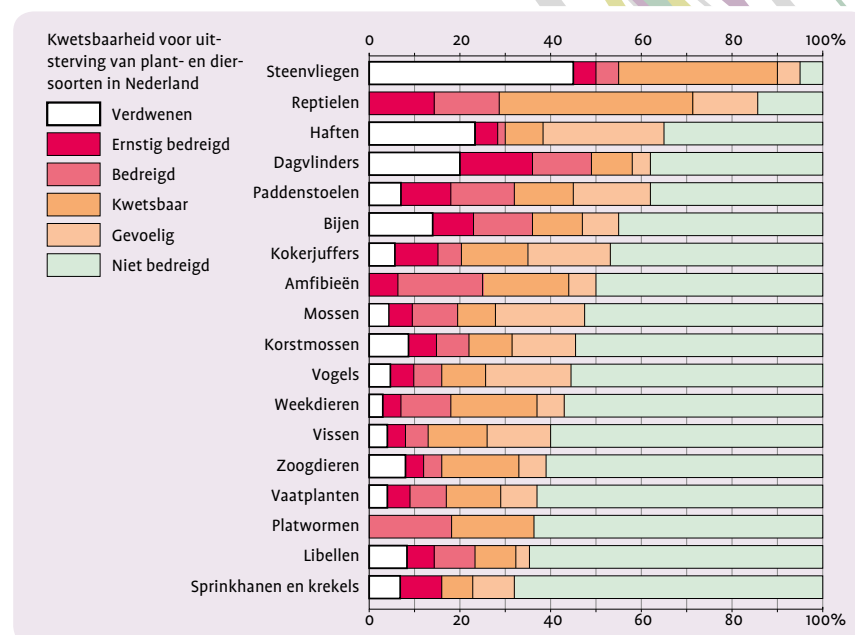
De afgelopen 500 miljoen jaar is het leven op aarde flink op de proef gesteld. Vulkanische activiteit, zeespiegel dalingen en een meteoriet-inslag veroorzaakten al vijf uitstervingsgolven. De laatste roeide de dinosauriërs uit. Ook vandaag de dag is er reden tot zorg. Van de acht miljoen plant- en diersoorten wereldwijd, worden er een miljoen bedreigd in hun voortbestaan. En de snelheid waarmee deze soorten dreigen te verdwijnen, ligt erg hoog. Deze keer is de mens de oorzaak.

Bevolkingsgroei, landgebruik, overbevissing, ontbossing, gebruik van fossiele brandstoffen – deze en andere factoren dragen bij aan het verlies van biodiversiteit. Ook de Nederlandse natuur heeft het zwaar. Zo heeft ons dichtbevolkte land weinig aaneengesloten natuurgebieden. Bovendien hebben de natuurgebieden te kampen met vermessing en verdroging. Veel steenvliegen, dagvlinders en bijen zijn al verdwenen, veel andere soorten worden ernstig bedreigd. Maar er is ook goed nieuws: in veel natuurgebieden is sprake van licht herstel en in juni 2019 zijn op de Veluwe enkele wolvenwelpen geboren.



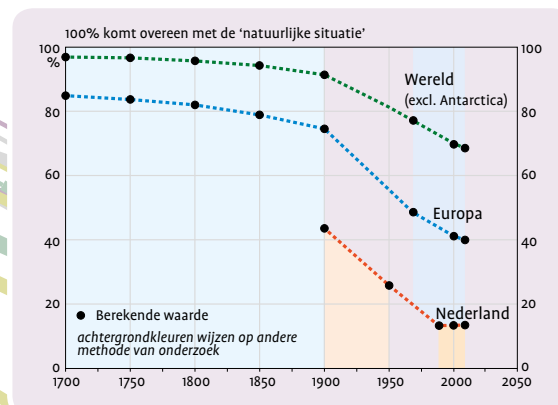
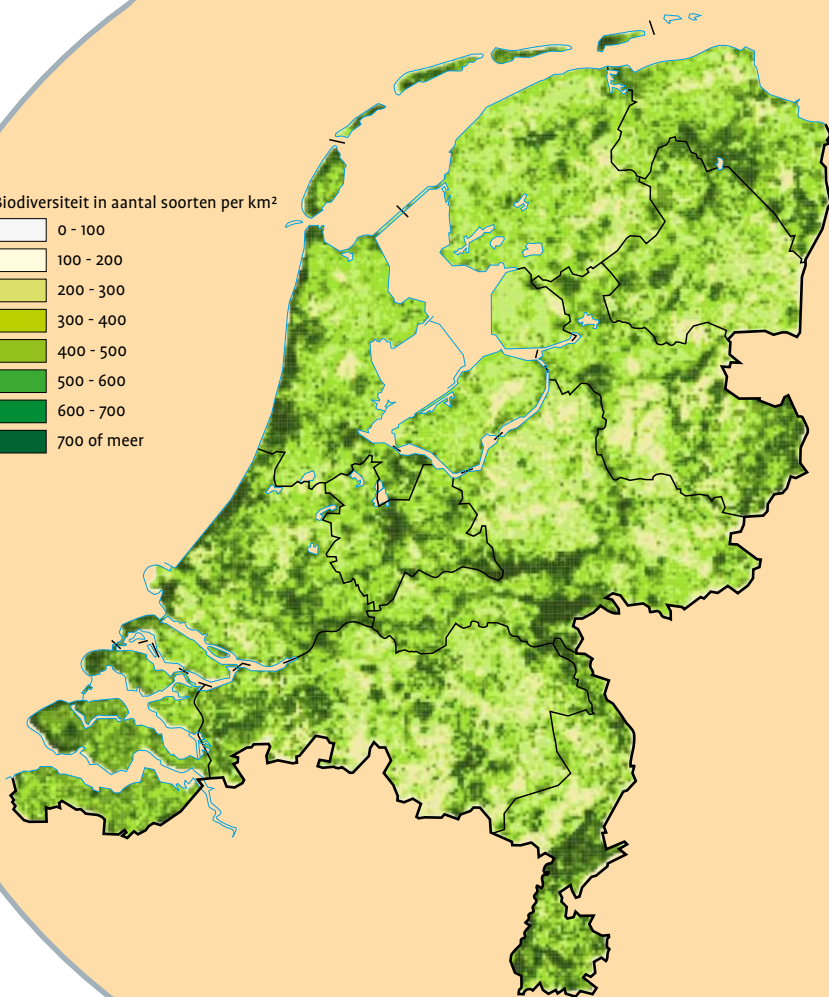
De zesde uitstervingsgolf?

30 tot 90% van de Nederlandse soorten is bedreigd



De Nederlandse natuur is versnipperd

Biodiversiteit in aantal soorten per km²



Wereldwijde afname natuurlijke biodiversiteit

De wolf is terug



150 jaar nadat de wolf was uitgeroeid, zijn in ons land weer enkele wolven gesignaleerd, waaronder een wolvenpaar op de Noord-Veluwe. Juni 2019 kreeg dit paar drie welpen.

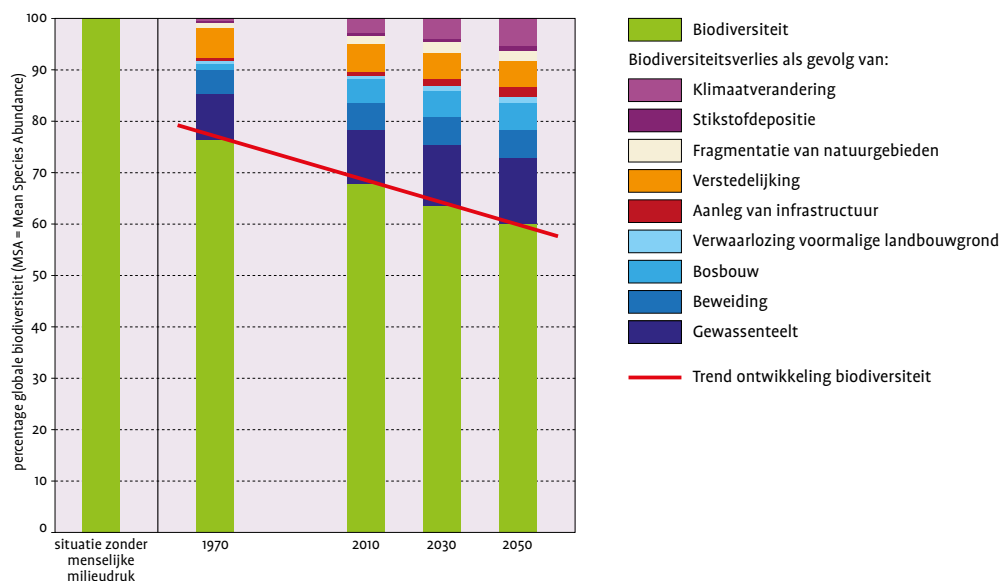
Biodiversiteit in de wereld

Biodiversiteit is een samentrekking van de woorden 'biologisch' en 'diversiteit'. Een gebied heeft een grote biodiversiteit als er veel verschillende genen (erfelijke eigenschappen), soorten (planten en dieren) en ecosystemen (natuurlijke leefomgevingen) zijn. Biodiversiteit is niet hetzelfde als natuur. De biodiversiteit in de wereld wordt bedreigd door de mens, onder meer door het omzetten van natuur in landbouwgrond, door verstedelijking en klimaatverandering. Een miljoen soorten staat op het punt van uitsterven. De snelheid waarmee dit gebeurt is vele malen hoger dan de afgelopen 10 miljoen jaar. Om deze ontwikkeling tegen te gaan, zijn naast natuurbescherming ook zaken als andere landbouwmethodes, betere stadsplanning en minder milieuvervuiling nodig.

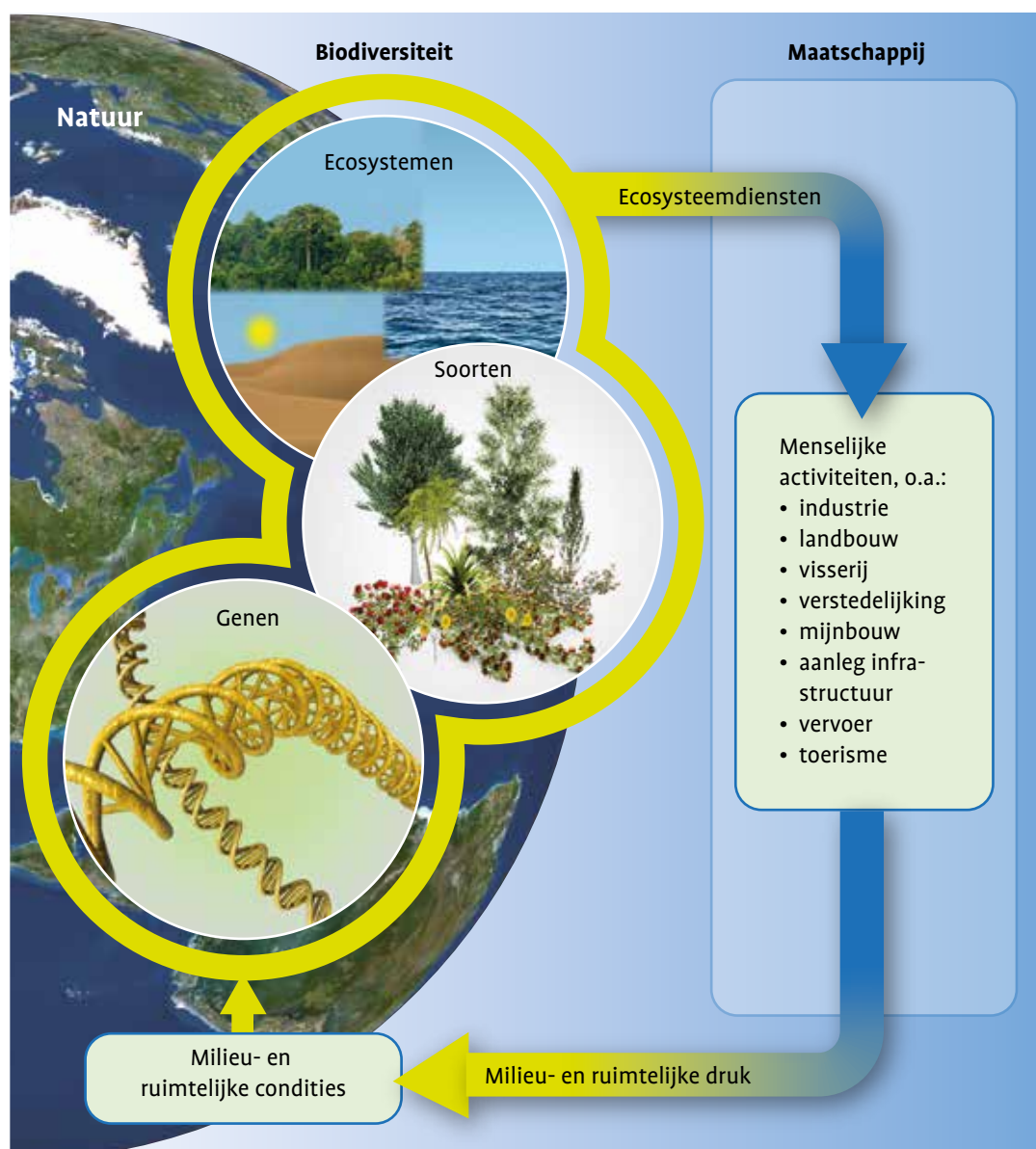
1 - 2 Wereldwijde achteruitgang

Veel mensen vinden het voortbestaan van planten, dieren en ecosystemen belangrijk, los van wat ze voor de mensheid betekenen. Daarnaast kan de mens niet zonder biodiversiteit. Die levert namelijk 'ecosysteemdiensten'. Zo bestuiven insecten voedselgewassen en halen micro-organismen schadelijke stoffen uit het water. Bosaanplant kan een belangrijke rol gaan spelen bij het opslaan van CO₂. De enorme verscheidenheid aan erfelijke eigenschappen hebben we nodig voor de ontwikkeling van nieuwe gewasvariëteiten. Verder genieten veel mensen van de schoonheid en de rust van de natuur. Zetten de huidige ontwikkelingen door, dan neemt de biodiversiteit wereldwijd verder af. Een belangrijke oorzaak is het toenemend gebruik van land voor akkerbouw, veeteelt en bosbouw. Natuurgebieden moeten hiervoor plaatsmaken. Nabijgelegen natuur wordt aangetast door vermessing, verdroging, bodemerosie en bestrijdingsmiddelen. Ook de aanleg van steden, wegen en stuwdammen tast ecosystemen aan. Daarnaast speelt klimaatverandering een – steeds grotere – rol: meer bosbranden, aantasting van koraalriffen en mangrovebossen, en invasies van planten- en diersoorten in gebieden waar ze niet thuishoren en waar ze inheemse soorten bedreigen.

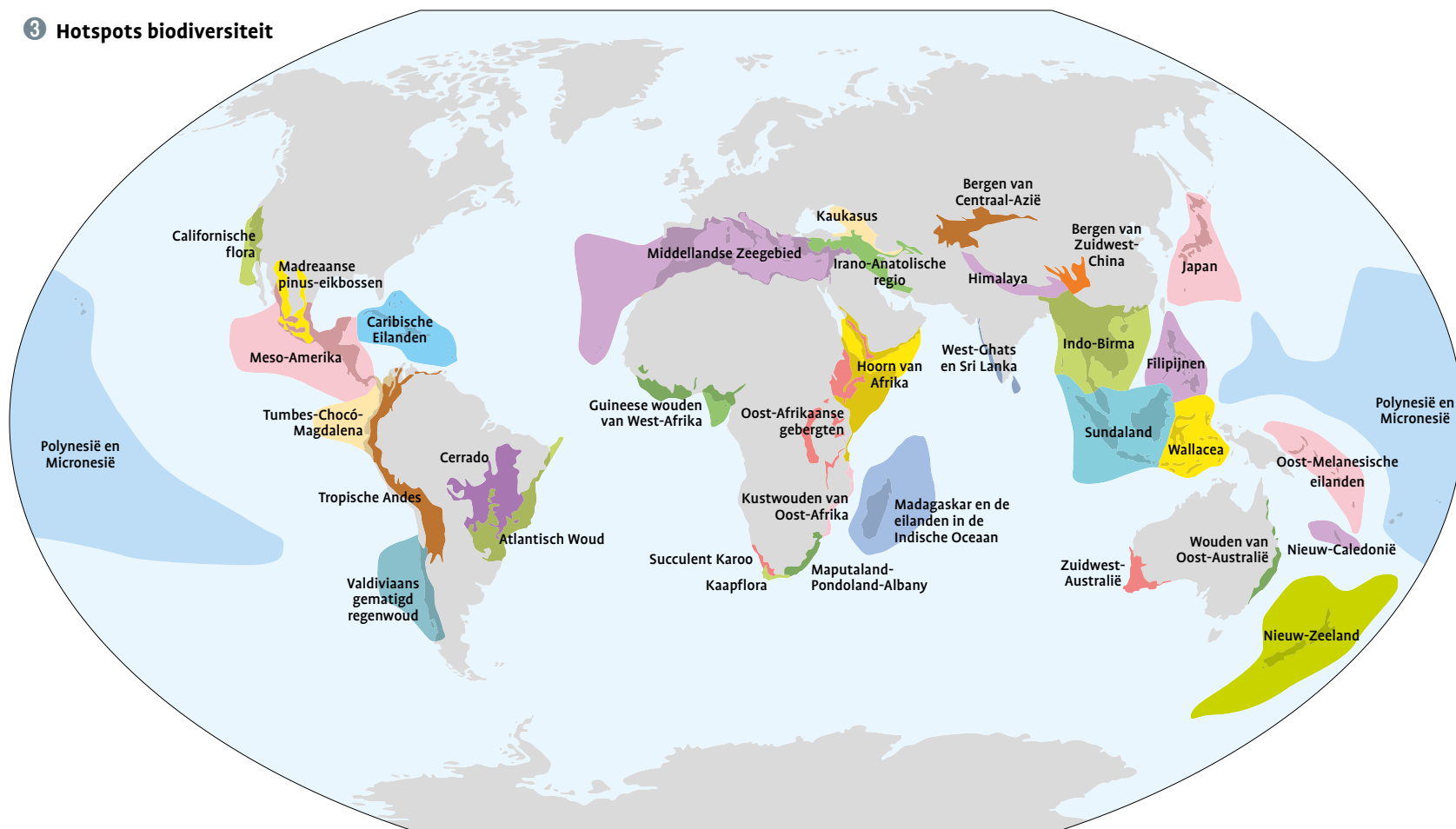
1 Ontwikkeling van de biodiversiteit in de wereld



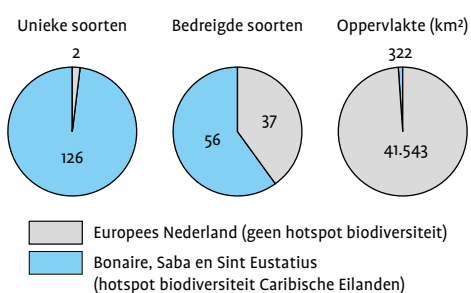
2 Wisselwerking tussen natuur en maatschappij



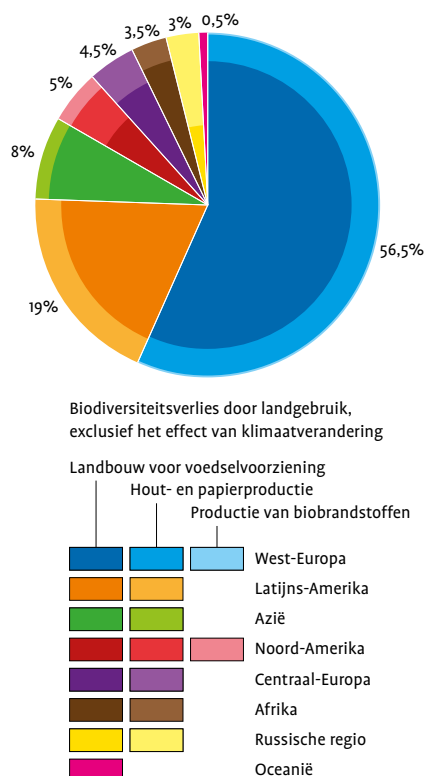
3 Hotspots biodiversiteit



4 Biodiversiteit in Nederland



5 Biodiversiteitsverlies per regio



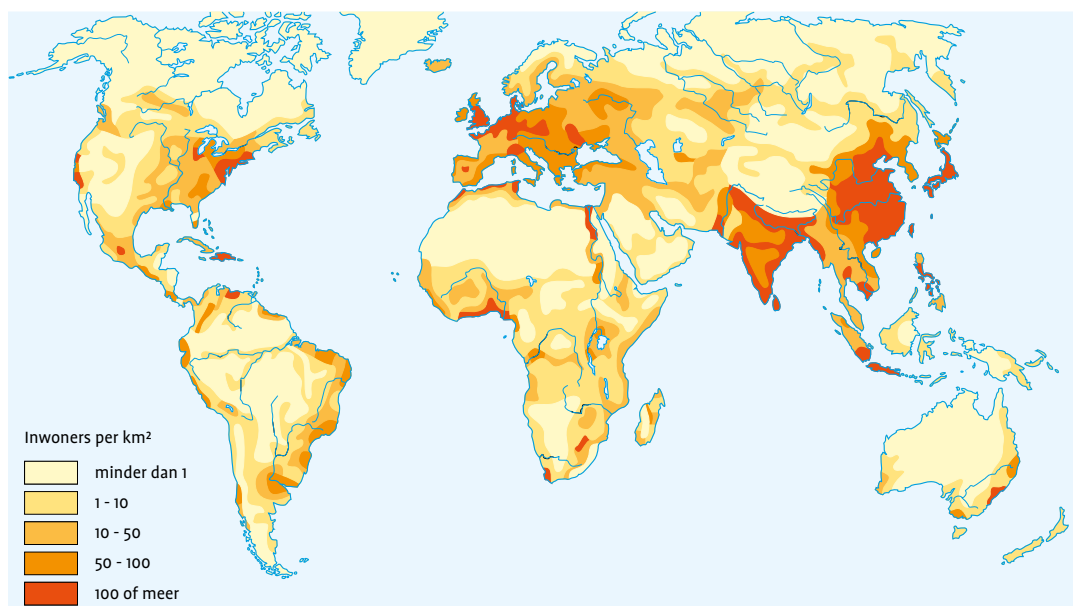
3 - 6 Hotspots en biodiversiteitsverlies

Bijna 60% van alle plant-, vogel-, zoogdier-, reptiel- en amfibiesoorten leeft in enkele tientallen 'hotspots'. Dit zijn leefgebieden met een uitzonderlijk grote biodiversiteit. Deze worden bedreigd door menselijke activiteiten. Ooit besloegen ze samen 16% van het landoppervlak, tegenwoordig nog maar 2%. Ook een klein stukje van Nederland ligt in zo'n hotspot. Bonaire, Sint Eustatius en Saba, sinds 2010 overzeese gemeenten van Nederland, maken namelijk deel uit van de hotspot Caribische Eilanden. Ook al beslaan de eilanden minder dan 1% van Nederland, toch leeft hier 98% van de unieke soorten, waaronder zeeschildpadden, haaien en walvissen. Veel van deze soorten staan op de Rode Lijst van bedreig-

de diersoorten van de IUCN (International Union for Conservation of Nature).

Ook buiten de hotspots loopt de biodiversiteit terug. Meer dan de helft van het mondiale verlies aan biodiversiteit treedt op in West-Europa, dat van de westerse economieën de grootste bevolkingsdichtheid heeft. De belangrijkste oorzaak van het biodiversiteitsverlies daar is de landbouw. Ongeveer een vijfde van het biodiversiteitsverlies treedt op in Latijns-Amerika, eveneens als gevolg van voedselproductie. Vergelijken met de effecten van voedselproductie en ontbossing op biodiversiteit, zijn de effecten van de teelt van palmolie, koolzaad, suikerriet, maïs en graan voor de productie van biobrandstoffen, nog relatief klein.

6 Bevolkingsdichtheid



Natuur in Nederland

Tegenwoordig bestaat ongeveer 16% van Nederland uit natuur. Om plaats te maken voor landbouw nam de hoeveelheid heide, kwelders, stuifzand, hoogveen en grasland de afgelopen eeuw sterk af; de hoeveelheid bos nam een beetje toe. Dankzij natuurontwikkeling gaat het sinds 1990 weer bergopwaarts met de oppervlakte aan natuurgebied. De meest waardevolle natuurgebieden worden beschermd, als onderdeel van nationale netwerken en een Europees netwerk, en als nationale parken. Dit heeft nog niet het gewenste effect op de biodiversiteit. Zo gaat het niet goed met weidevogels (zoals de grutto) en kustvogels (zoals de wulp) en nam het aantal dagvlindersoorten de afgelopen 25 jaar sterk af. Exoten zoals de grote waternevel en de Aziatische tijgermug rukken juist op.

1 Landbouw wordt weer natuur

Met het Natuurnetwerk Nederland (NNN) wil Nederland de afname van de biodiversiteit een halt toeroepen. De natuurgebieden in het NNN worden met elkaar verbonden door landbouwgronden aan te kopen en opnieuw in te richten (natuurontwikkeling). Dat maakt genetische uitwisseling weer beter mogelijk. Het oppervlak natuur in het NNN is circa 680.000 ha en wordt tussen 2011 en 2027 uitgebreid met 80.000 ha nieuwe natuur. Daarnaast zijn alle grote wateren, waaronder Waddenzee, IJsselmeer, Zeeuwse delta en Noordzee onderdeel van dit netwerk. De provincies zijn verantwoordelijk voor het land; het Rijk is verantwoordelijk voor de grote wateren. Ook de Europese Unie heeft een netwerk van natuurgebieden: Natura 2000. Deze gebieden worden beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992). Naast specifieke soorten en habitattypen worden hier ook landschappelijke kenmerken beschermd. De Nederlandse Natura 2000-gebieden vallen grotendeels binnen het NNN. Natura 2000-gebieden zijn de 'waardevolste' natuurgebieden; het NNN vormt het robuuste netwerk dat de natuur in Nederland verbindt; Nationale parken zijn plekken waar de natuur goed te beleven is, ze omvat onder meer duingebieden, veenmoerassen en heidegebieden.

1 Nationale parken en beschermde natuurgebieden



2 - 7 Broedvogels, bijen en muggen

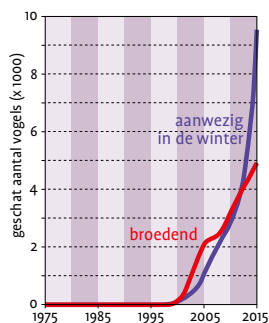
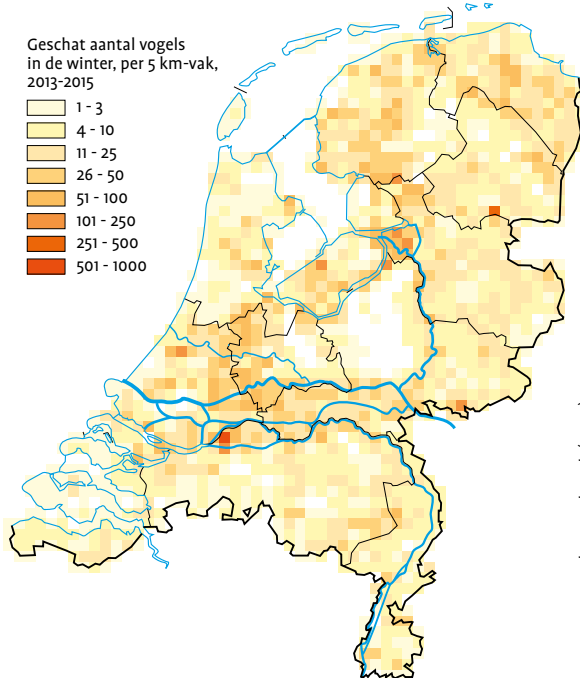
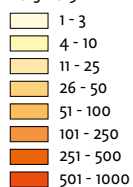
Sinds 1990 is het aantal inheemse broedvogels, reptielen, amfibieën, vlinders, libellen, zoogdieren en zoetwatervissen gemiddeld met 6% toegenomen. De aantallen zoogdieren, reptielen en libellen nemen toe; de aantallen amfibieën en dagvlinders nemen juist af. Voor moerassen kenmerkende broedvogels, zoals de grote zilverreiger, groeien sterk in aantal. Maar van de in kustwateren broedende wulp verdween bijna

50%. Met ca. 10% is de bijensterfte de vijf laatste winters lager dan in de jaren daarvoor, mogelijk doordat imkers de schadelijke Varroamijt beter weten te bestrijden. De Aziatische tijgermug leeft in Zuidoost-Azië, maar heeft zich inmiddels ook in Zuid-Europa gevestigd. Sinds een jaar of tien wordt hij ook in Nederland aangetroffen, o.a. bij importeurs van autobanden uit Spanje, Italië en Frankrijk. Het dier kan pijnlijk prikken en in potentie tropische ziekten overbrengen.

2 Grote zilverreiger



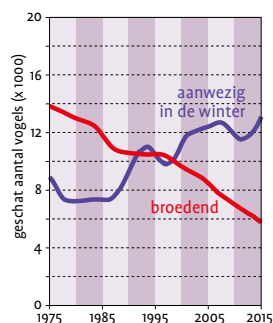
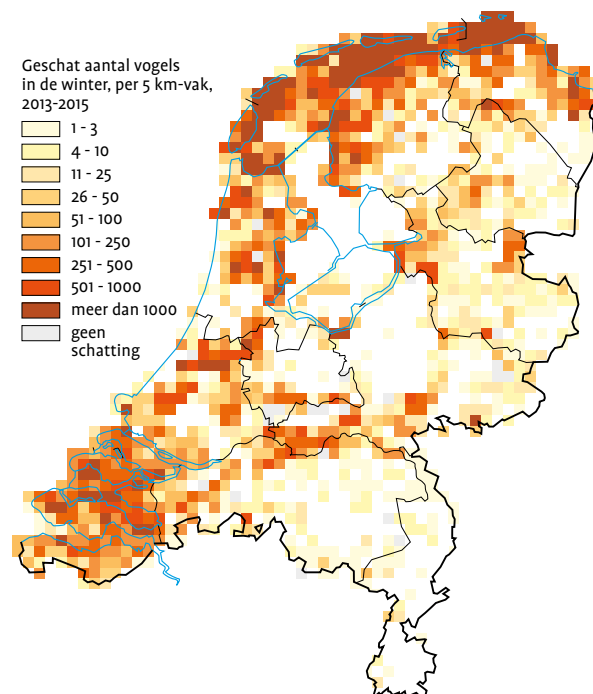
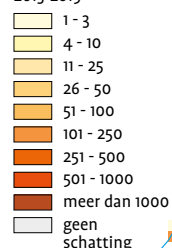
Geschat aantal vogels
in de winter, per 5 km-vak,
2013-2015



3 Wulp



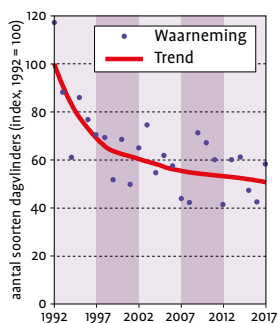
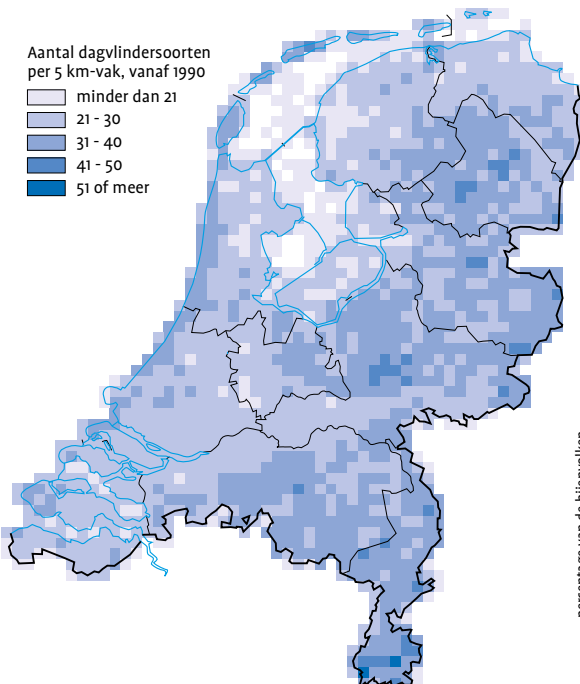
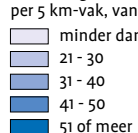
Geschat aantal vogels
in de winter, per 5 km-vak,
2013-2015



4 Dagvlinders



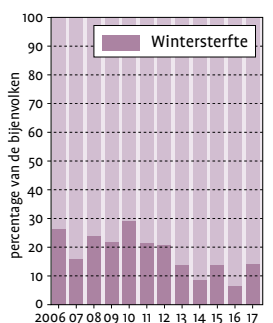
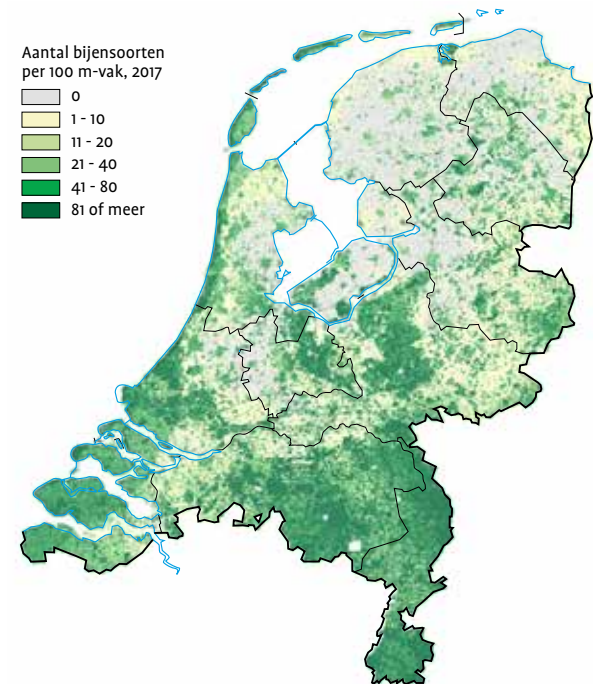
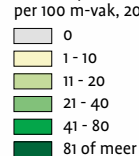
Aantal dagvlindersoorten
per 5 km-vak, vanaf 1990



5 Bijen



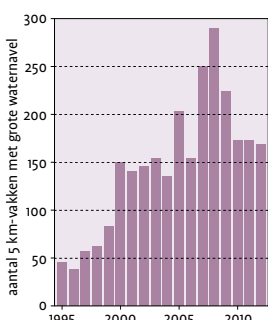
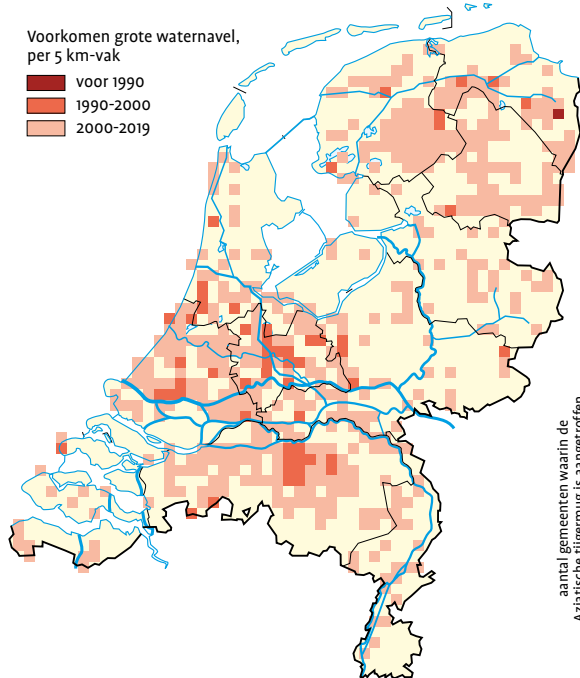
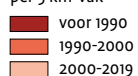
Aantal bijensoorten
per 100 m-vak, 2017



6 Grote waternevel



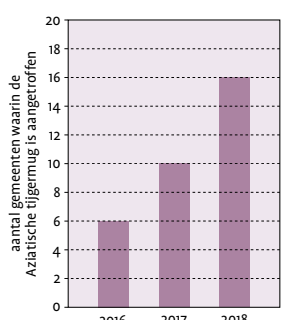
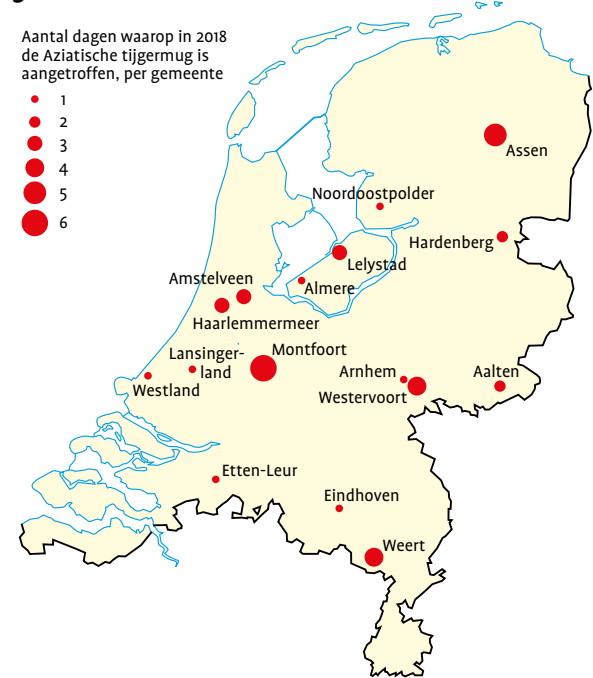
Voorkomen grote waternevel,
per 5 km-vak



7 Aziatische tijgermug



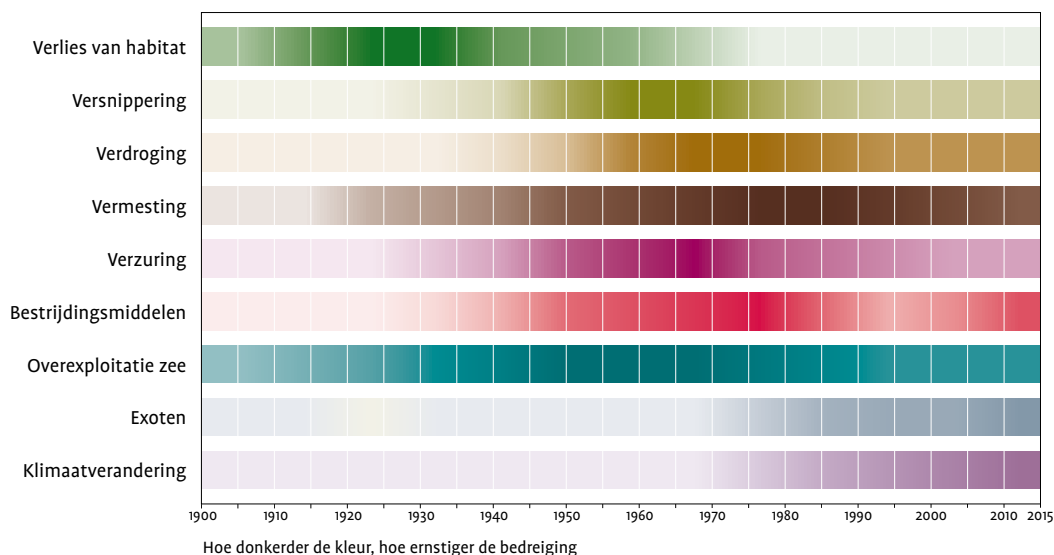
Aantal dagen waarop in 2018
de Aziatische tijgermug is
aangetroffen, per gemeente



Bedreigingen voor Nederlandse natuur

Sinds 1900 is zo'n 30% van de natuur uit ons land verdwenen. Vogels als de korhoen, patrijs en veldleeuwerik zijn zeldzaam geworden. Wezels, hermelijnen en bunzingen laten zich overdag niet meer zien, boomkijkers zijn nagenoeg verdwenen uit het agrarisch gebied en vlinders als keizersmantel en zilveren maan zijn uiterst zeldzaam geworden. Vooral na 1950 kreeg de Nederlandse natuur het zwaar. De wederopbouw na de Tweede Wereldoorlog zorgde voor snelle welvaartsgroei, maar bracht grote schade toe aan de natuur. Sinds 1990 is er sprake van een licht herstel, al blijven vermeting en verdroging een probleem en zijn er ook nieuwe bedreigingen: klimaatverandering en de invasie van soorten die hier niet thuishoren.

1 Bedreigingen van de biodiversiteit



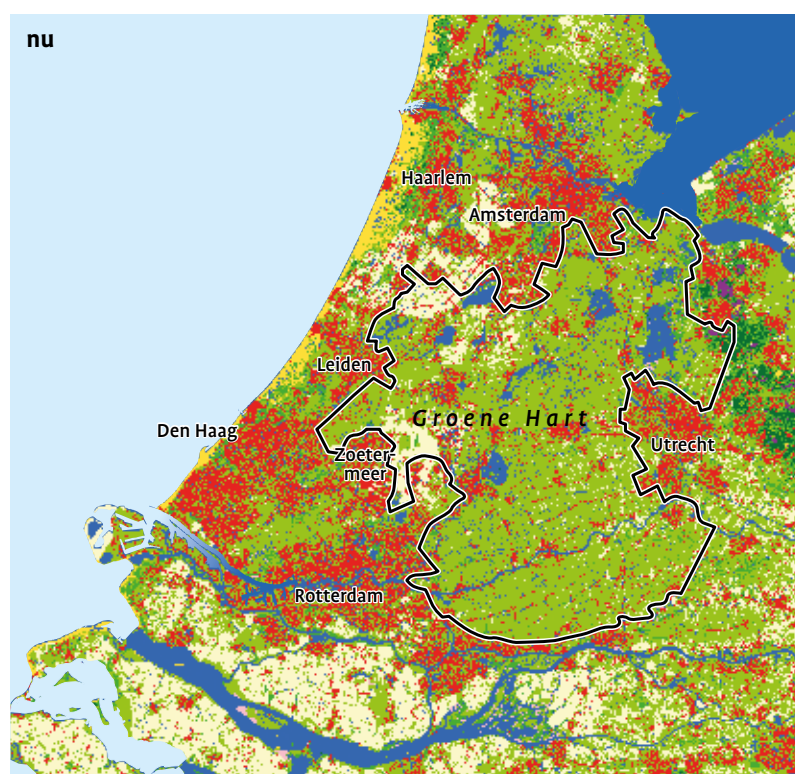
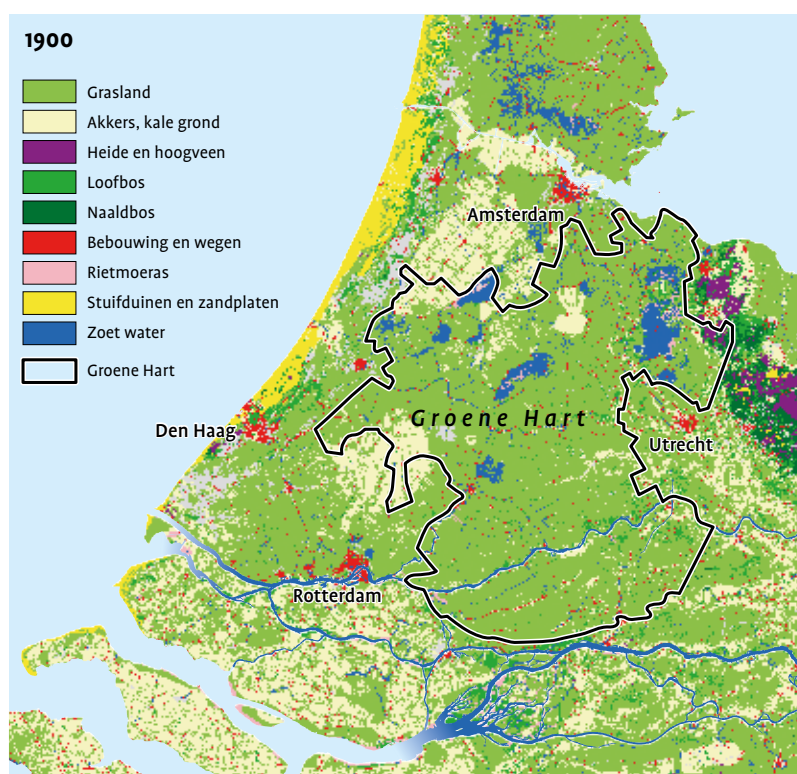
1 Natuur wijkt voor steden en landbouw

Sinds 1900 groeide de bevolking van ons land van 5 naar 17 miljoen inwoners. Het aandeel bebouwde oppervlakte groeide snel, de laatste 'woeste gronden' werden ontgonnen en het landbouwareaal nam toe. Dit alles vaak ten koste van gebieden met een rijke flora en fauna ('habitats'). Kleine landschapselementen als houtwallen, slootjes en poelen verdwenen, rivieren en beken werden rechtgetrokken. Veel van de overgebleven natuurgebieden raakten versnipperd en geïsoleerd door ruilverkaveling, aanleg van wegen en bebouwing. In veel wateren werden stuwen aangelegd, waardoor trekvis hun paaigronden niet meer konden bereiken.

2 Groene Hart: volgebouwd en geasfalteerd

De ontwikkeling is goed te zien in het Groene Hart, het dunbevolkte veenweidegebied dat omsloten wordt door Rotterdam, Den Haag, Zoetermeer, Leiden, Haarlem, Amsterdam en Utrecht. Inmiddels is 25% van de oorspronkelijke open ruimte bebouwd, geasfalteerd of anderszins van functie veranderd. Het gebied raakte versnipperd door de aanleg van wegen en spoorlijnen, die op hun beurt weer leidden tot de aanleg van bedrijventerreinen en woonwijken. Ook al bestaat het Groene Hart nog steeds voor bijna 80% uit landbouwgrond, het is zijn aaneengesloten karakter grotendeels kwijt.

2 Verstedelijking en versnippering in het Groene Hart



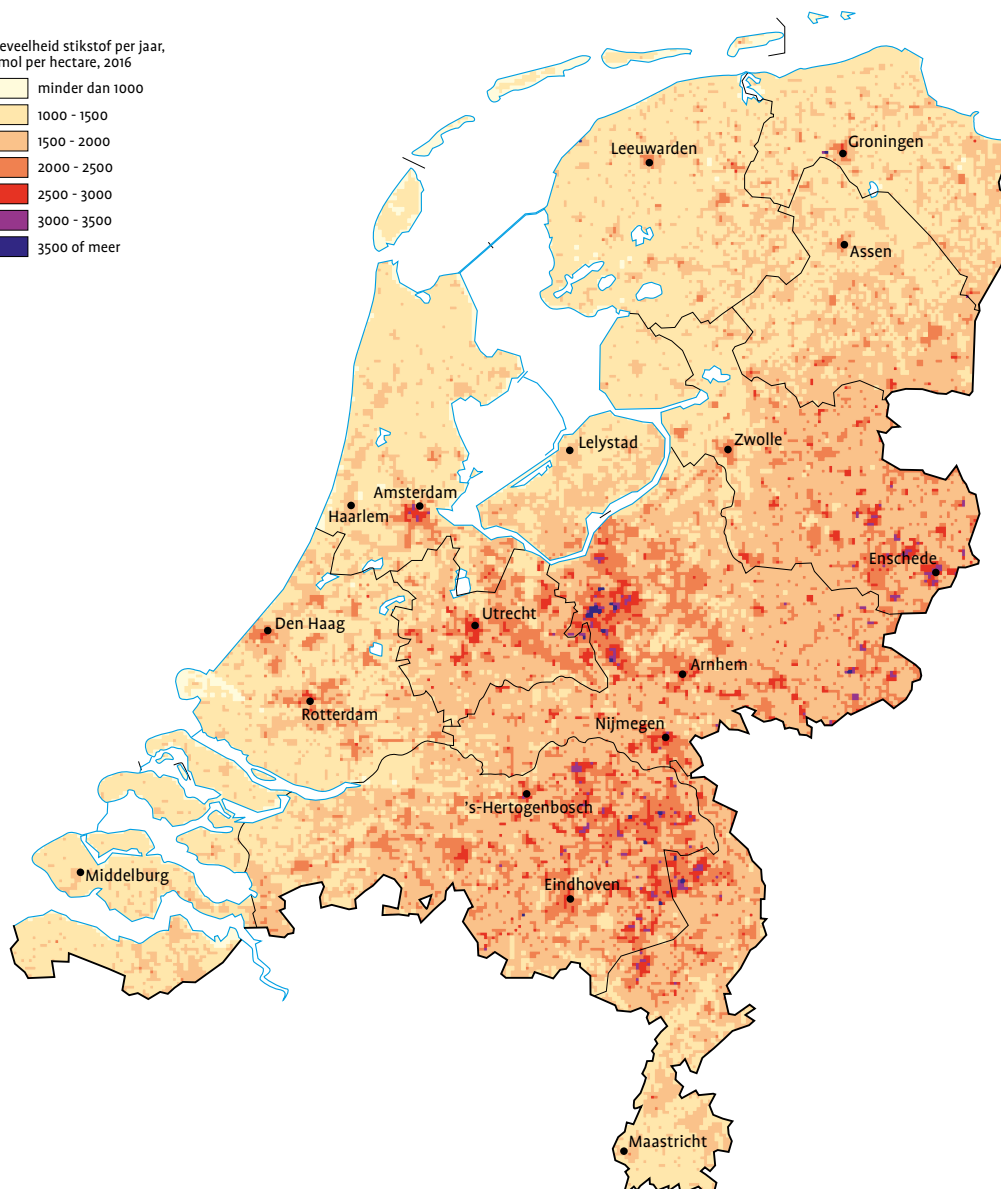
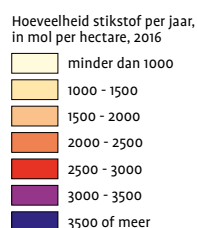
3 - 4 Naar een duurzaam niveau

Vanaf 1950 nam de milieudruk in Nederland sterk toe. Zo kwamen vanuit landbouw, verkeer en industrie stikstofverbindingen als ammoniak en stikstofoxide in de lucht terecht. Als die neerslaan in natuurgebieden ('depositie') kunnen kwetsbare plantensoorten verdwijnen. Er zijn grote regionale verschillen. In de Gelderse Vallei en de Peel is de uitstoot van ammoniak door de intensieve veehouderij oorzaak van de hoge depositie; in de buurt van de grote steden is dat de uitstoot van stikstof-oxiden door het verkeer. Sinds 1990 is de depositie van vermestende stoffen met bijna 40% afgenomen. Ook de milieudruk door verzuring, verdroging en slechte waterkwaliteit nam sindsdien af. Ondanks deze verbeteringen is er voor de natuur nog geen sprake van een duurzaam niveau. Vooral verdroging en vermessing blijven een probleem.

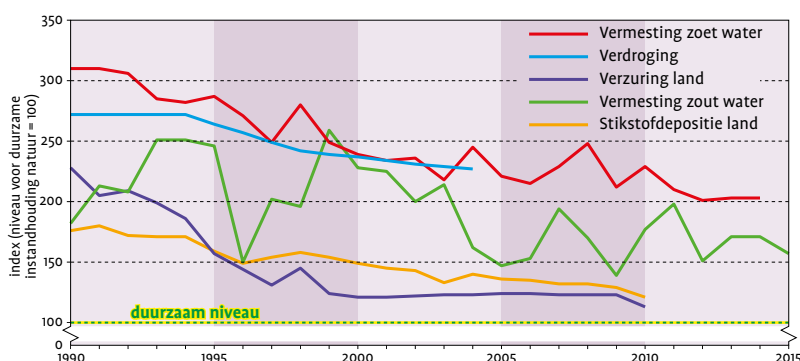
5 - 7 Eerder blad, eerder insecten, eerder broeden

De verandering van het klimaat heeft invloed op de aanwezigheid van diersoorten. Zo nam het aantal koudeminnende vogels, vlinders en amfibieën in Nederland enige tijd af; warmteminnende soorten komen juist meer voor. Door de klimaatverandering zijn bijvoorbeeld de leefgebieden van vlinders in twintig jaar tijd zo'n 135 km verschoven. Daarom zie je hier relatief veel warmteminnende soorten, zoals koninginnenpage, en steeds minder koude-minnende soorten, zoals het veenbesblauwtje. Ten opzichte van 1986 leggen zangvogels hun eieren tegenwoordig acht dagen eerder. Voor het voeren van hun jongen zijn ze afhankelijk van insecten. En die worden door de klimaatverandering steeds vroeger in het jaar actief. Dat de insecteneitjes eerder uitkomen heeft alles te maken met het uitlopen van het blad bij veel planten. Ook dat gebeurt tegenwoordig een stuk eerder dan vijftig jaar geleden.

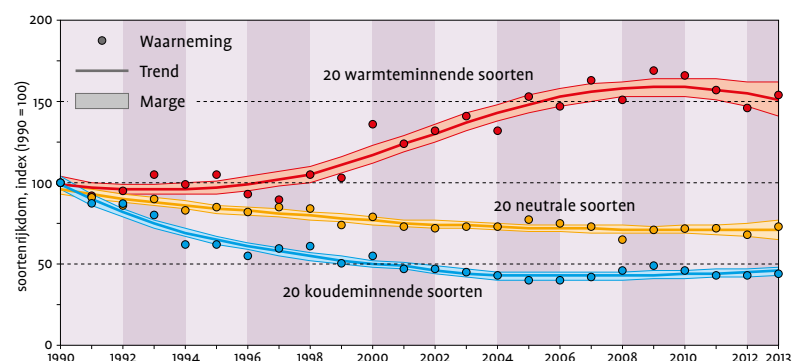
3 Neerslag van vermestende stoffen



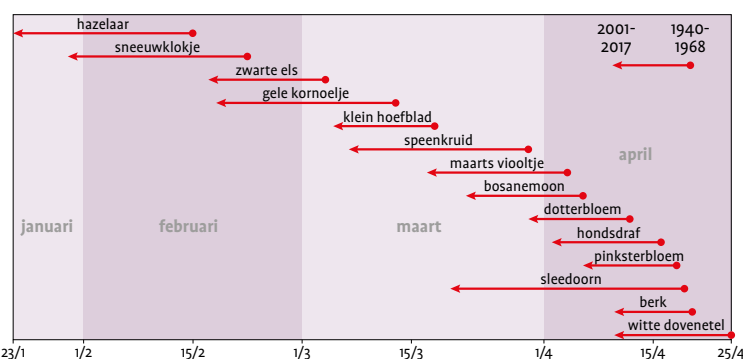
4 Milieudruk op water en natuurgebieden



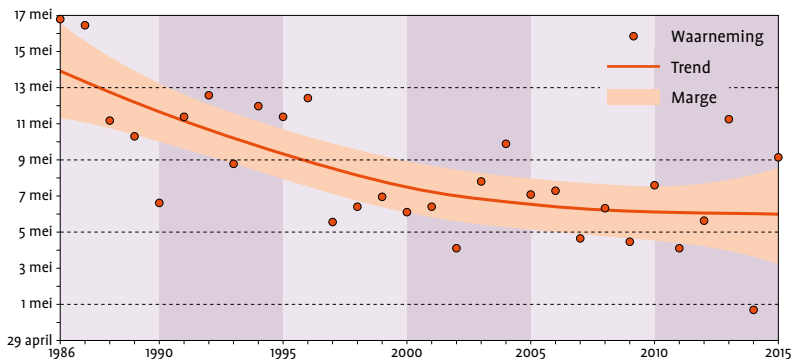
5 Invloed van klimaatverandering op diersoorten



6 Vervroeging van plantenbloei



7 Vervroeging van eilegdatum zangvogels



Ecologische verbetering Eems-Dollard

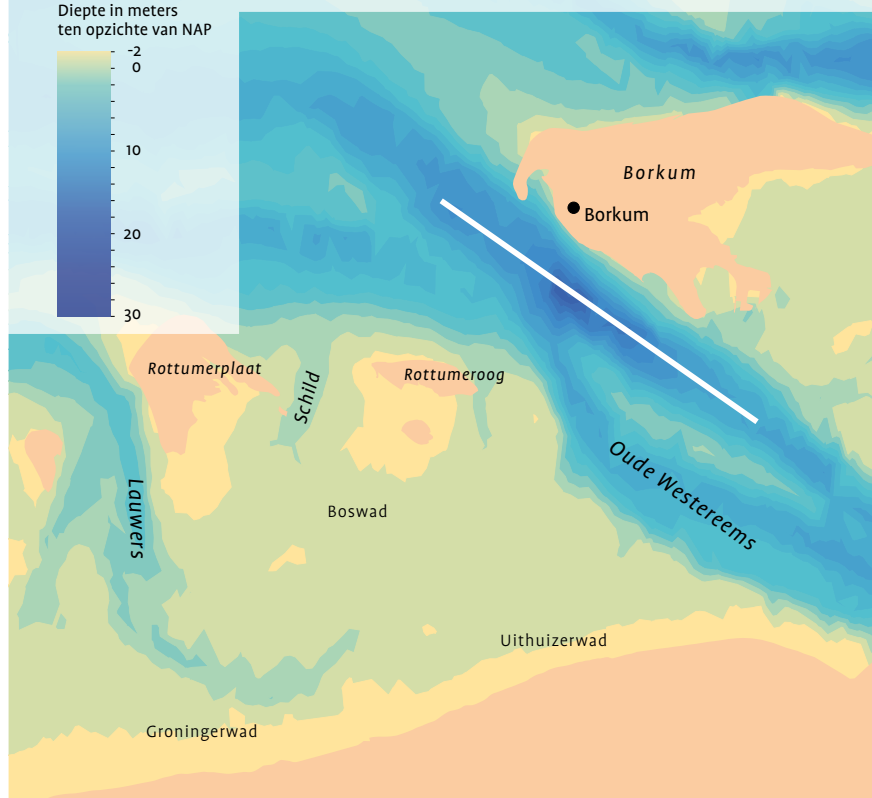
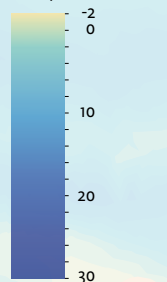
Deltagebieden als Nederland hebben zogeheten 'estuaria': zeearmen waarbij zoet rivierwater de zoute zee instroomt. In de Waddenzee is alleen het Eems-Dollard-estuarium over, een uniek leefgebied voor trekvis en wadvogels. Door het aanleggen van dijken en het verdiepen van vaargeulen is dit gebied kleiner geworden, raakte het water vertroebeld en verdwenen geleidelijke overgangen tussen zoet en zout water en tussen water en land. Dit is ongunstig voor de flora en fauna. Vandaar dat de ecologie in het Eems-Dollard-estuarium wordt verbeterd. Daarbij wordt rekening gehouden met economische belangen in de regio, waaronder landbouw en recreatie. De beoogde eindsituatie: een robuust natuurlijk estuarium in de Waddenzee, dat bescherming biedt tegen overstromingen en klimaatverandering en toegankelijk is voor mens en dier.



1 Oplossingen en maatregelen

- **Vitale Kust**
zoet-zoutovergangen en land-waterovergangen, slibvang, verbeteren waterveiligheid, zilte teelt, versterken van de recreatie
- **Nuttig toepassen slib**
pilots (proefprojecten) met nuttige toepassingen van slib, verwerken van 1 mln ton slib in 2025 en opschalen tot 3 mln ton in verre toekomst
- **Hydromorfologische verbetering**
troebelheid verminderen, ecologische draagkracht verhogen, voedselweb versterken
- **Samenwerking Nederland-Duitsland**
Natura 2000-opgaven en maatregelen, ecologische belangen afstemmen, gezamenlijk slibmanagement

Diepte in meters
ten opzichte van NAP



2 Kleirijperij

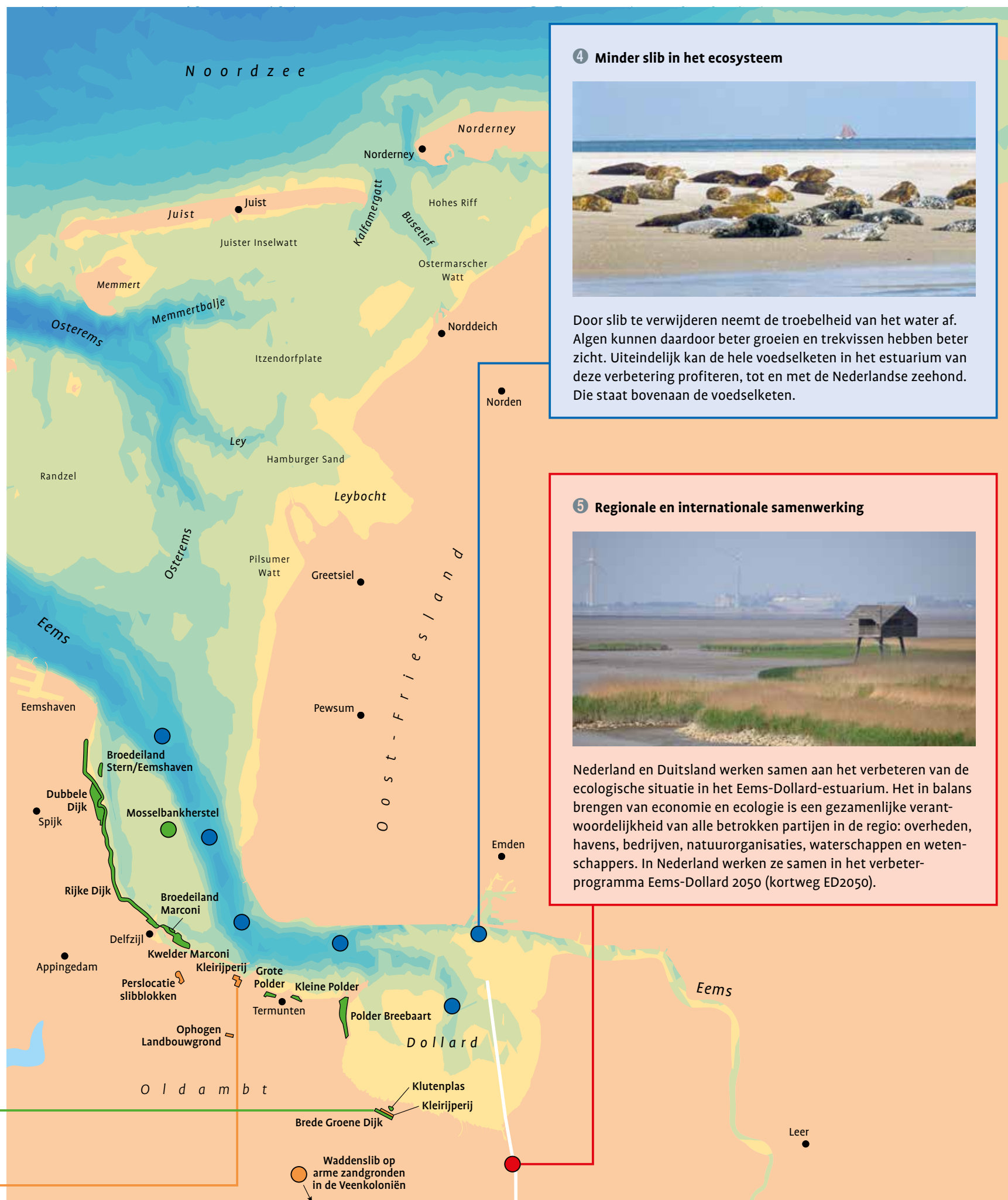


In de Eems-Dollard is te veel slib aanwezig. De waterkwaliteit is daardoor niet goed en de biodiversiteit neemt af. Tegelijk is in het gebied klei nodig om dijken te versterken en landbouwgrond op te hogen. Uit de haven opgebaggerd slib wordt gerijpt in de kleirijperij bij Delfzijl. Onderzoekers doen praktijkproeven om te achterhalen welke manier van rijpen het best werkt. Na enkele jaren is het slib veranderd in dijkklei die kan worden gebruikt voor de bescherming van onze kust.

3 Brede Groene Dijk



Met het verbreden van de dijk worden niet alleen de harde golfklappen opgevangen. Er wordt een zachtere, natuurlijke overgang van land naar water gecreëerd. Het biedt een mooiere leefomgeving dan een harde dijk van steen of asfalt. In de kwelder is ruimte voor natuur met brakke vegetatie en een eiland biedt veiligheid aan de kluut om er ongestoord te kunnen broeden.



Kringlooplandbouw en biodiversiteit

De Nederlandse landbouw behoort tot de productiefste ter wereld. Deze efficiënte werkwijze (links) heeft wel geleid tot afname van het aantal plant- en diersoorten, oftewel een teruggang van de biodiversiteit. De overgang van de huidige productiewijze naar kringlooplandbouw (rechts) moet de neerwaartse trend ombuigen.



Slootkanten, hagen en greppels

- vormen 2,1% van de huidige akkerbouwgrond
- bevatten 96% van de biodiversiteit

Akkerranden

- meer diversiteit in het landschap
- meer bloemrijke akkerranden
- meer bomen en sloten

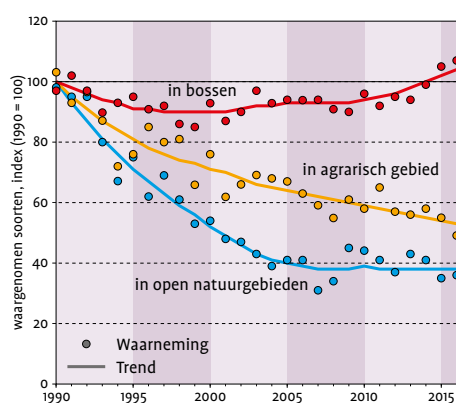
Akkers

- zoveel mogelijk natuurlijke bemesting, minder kunstmest
- natuurlijke plaagbestrijding, sterkere plantensoorten

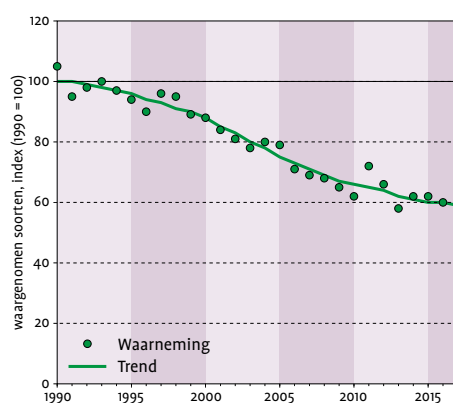
Kringlooplandbouw

Het terugdringen van schadelijke uitstoot is een van de prioriteiten in de Nederlandse landbouw. Omdat overbemesting nog niet tot nul is teruggedrongen, streven overheid en bedrijfsleven naar het lokaal sluiten van kringlopen van meststoffen, koolstof en water. Mest uit de veeteelt wordt (na bewerking) bijvoorbeeld ingezet in de akkerbouw. Boeren hebben dan minder kunstmest nodig. Precisiebemesting met drones kan de hoeveelheid mest verder terugdringen. Samen met andere maatregelen moet dat zorgen voor terugkeer van bloemen, bijen, boerenlandvogels en andere plant- en diersoorten. Zo worden boerenbedrijven deel van een groene omgeving.

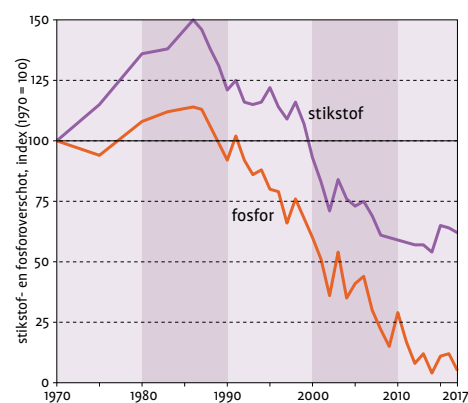
Biodiversiteit fauna



Boerenlandvogels



Stikstof en fosfor



Afnemende biodiversiteit

De verscheidenheid aan natuurlijke flora en fauna is sinds 1990 afgenomen, behalve in de bossen. En de situatie in 1990 was al minder goed dan in 1900. In agrarische gebieden staat de biodiversiteit onder druk door onder meer chemische bestrijdingsmiddelen, veelvuldig maaien en grootschaligheid. Open natuurgebieden ondervinden vooral de gevolgen van overbemesting. Landbouwgewassen hebben de stikstof- en fosforverbindingen uit mest nodig. Maar overbemesting is schadelijk voor natuurlijke soorten en leidt daarnaast tot algen-groei in open water, waardoor daar alle leven kan verdwijnen. Met de terugdringing van fosfor- en stikstofverbindingen zijn al grote vorderingen gemaakt.

mestfabriek

Drones

- precisiebemesting per plant, onder andere met behulp van drones

melkveehouderij

Veevoeding

- zoveel mogelijk van eigen land
- restproducten van de voedings-industrie

Beter bodembeheer

- meer blijvend grasland, inzaaien van klaver
- niet te vroeg maaien (bloemen, vogeleieren)
- minder antibiotica, sterkere diersoorten

Water

Barometer 76

Waterveiligheid vergroten 78

Zuinig met zoet water 80

De Maas: duurzaamheidsinitiatieven 82

Aquathermie 84

Niet voor niets staat de aarde bekend als 'de blauwe planeet': water is er immers in overvloed. Toch kampt de wereld met serieuze waterproblemen. Doordat het poolijs smelt, stijgt de zeespiegel. En omdat juist in de kuststreken veel mensen wonen en veel economische activiteiten plaatsvinden, kan ook een kleine verhoging al veel schade veroorzaken. Stijgt de zeespiegel meer dan een meter, dan moeten in Nederland de stormvloedkeringen permanent dicht.

Grote delen van de wereld kampen met een tekort aan zoet water, meestal veroorzaakt door menselijke activiteiten (zoals landbouw en overexploitatie van grondwater), soms door natuurlijke oorzaken en soms door klimaatverandering. Naar verwachting zijn in Nederland op termijn ingrijpende maatregelen nodig, zoals het afsluiten van de Nieuwe Waterweg om verzilting tegen te gaan en het verhogen van het waterpeil in het IJsselmeer om zoetwater vast te houden.



Uitsnede Panorama Nederland

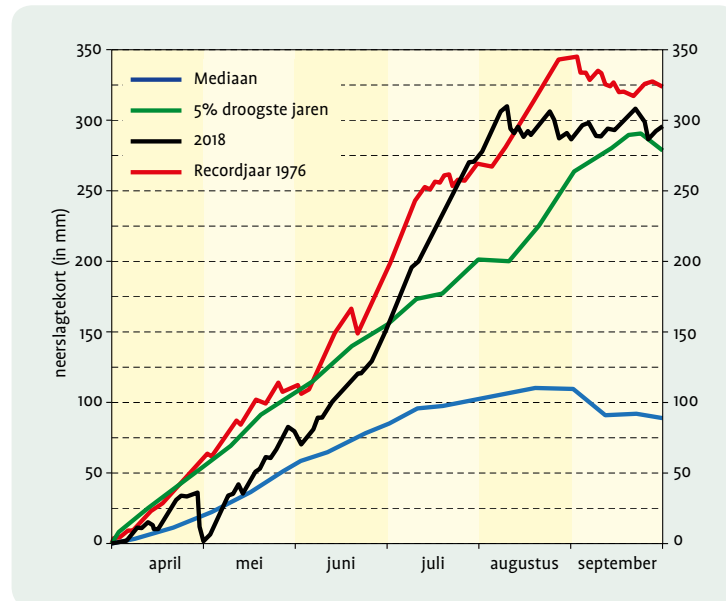
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

5

Barometer > Water

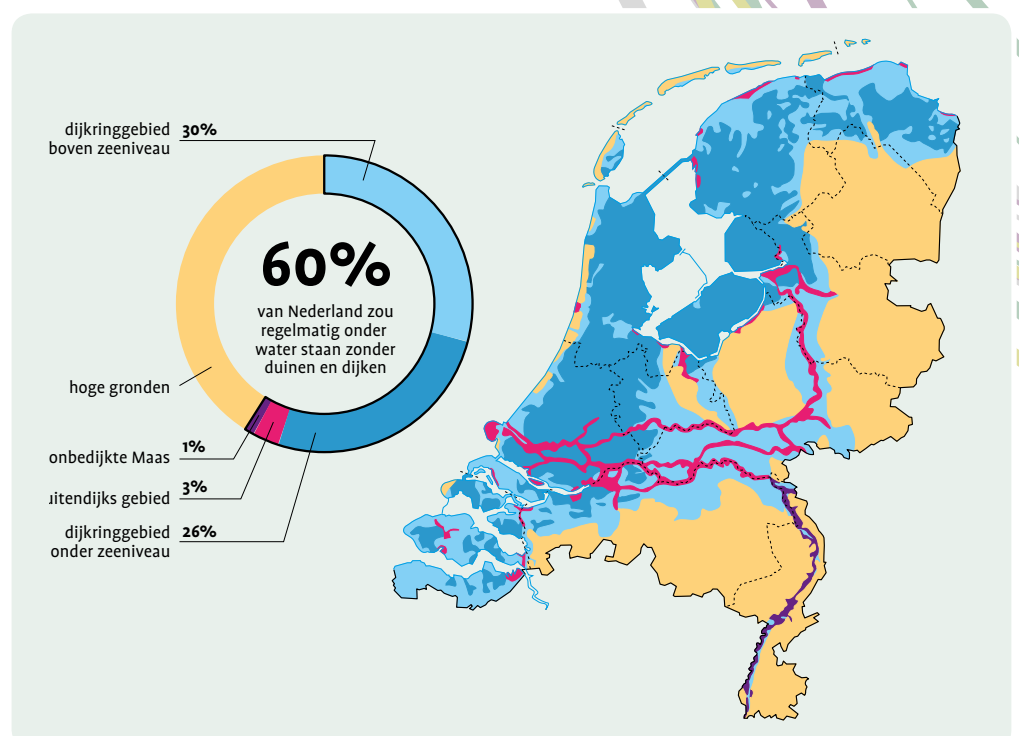
Veel maatschappelijke problemen hebben te maken met water: er is te veel, er is te weinig of het is te vies. Ook al is Nederland zeer bedreven in de strijd tegen het water, het kost steeds meer moeite om het buiten de deur te houden. Hogere dijken verkleinen de kans op overstromingen, maar helpen niet tegen het binnendringen van zout zeewater via waterwegen. Om dat tegen te houden is nu al acht keer zoveel zoet water nodig als voor huishoudens, industrie en landbouw bij elkaar.

Door klimaatverandering komt langdurige droogte vaker voor. Dat leidt tot flinke schade voor de landbouw, de natuur en de scheepvaart. Korter douchen helpt wel tegen het zoetwater tekort in eigen land, maar verandert niks aan het waterverbruik wereldwijd. Veel meer water gaat op aan de productie van voedsel en goederen en dat gebeurt vaak elders in de wereld. Meer dan 90% van het water dat we hier (indirect) verbruiken komt uit het buitenland.

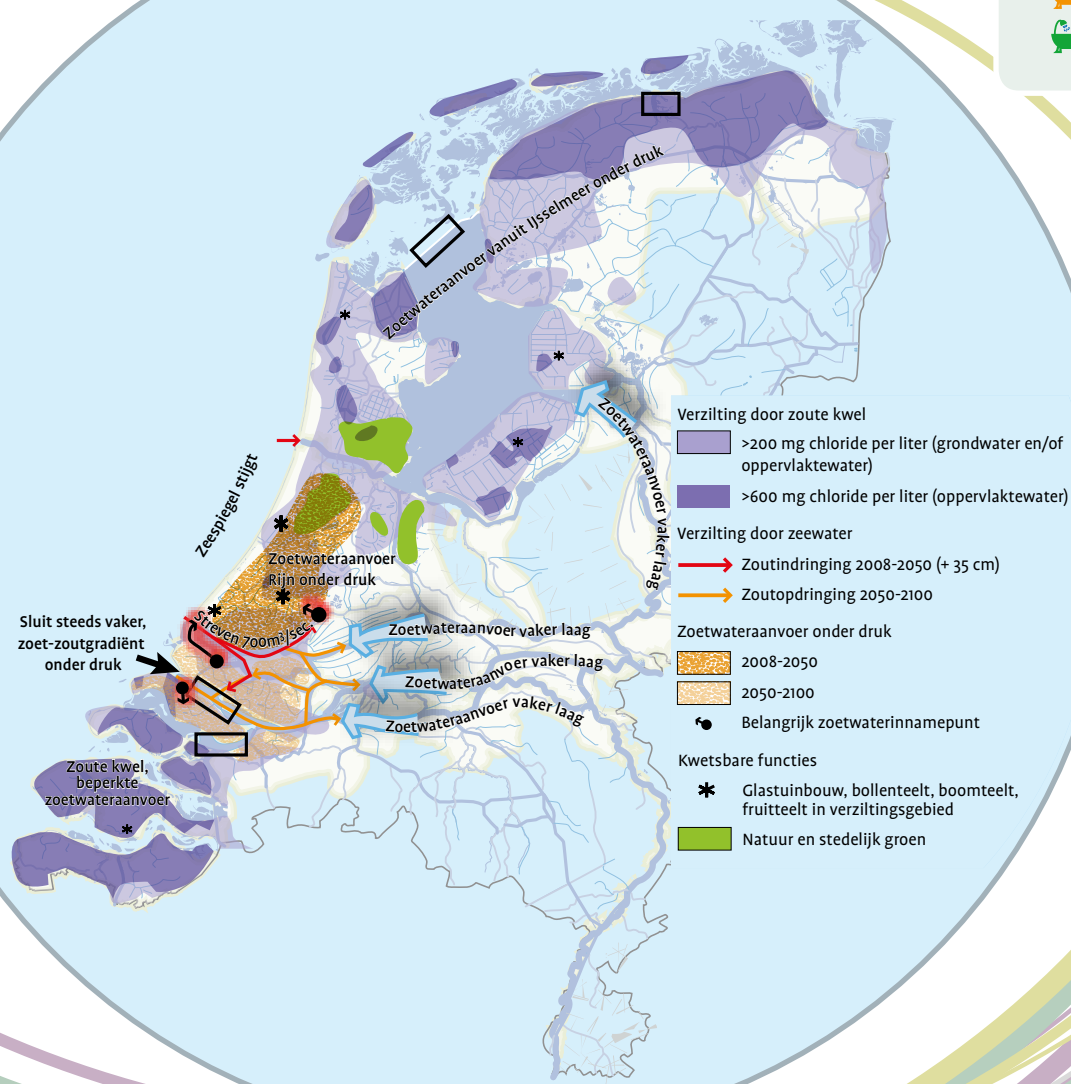


Neemt de kans op droogte toe?

9 miljoen Nederlanders wonen in overstroombaar gebied



Zout water dringt verder Nederland binnen



Huishoudelijk gebruik
(koken, wassen, douchen, toilet)

Productie industriële goederen
(kleding, apparaten, meubels)

Productie agrarische producten
(vlees, zuivel, koffie, groenten)

1 badkuip =
ca. 120 liter

Gemiddeld
waterverbruik
in Nederland:
ca. 4100 liter per
persoon per dag

Lage waterstanden in
de grote rivieren

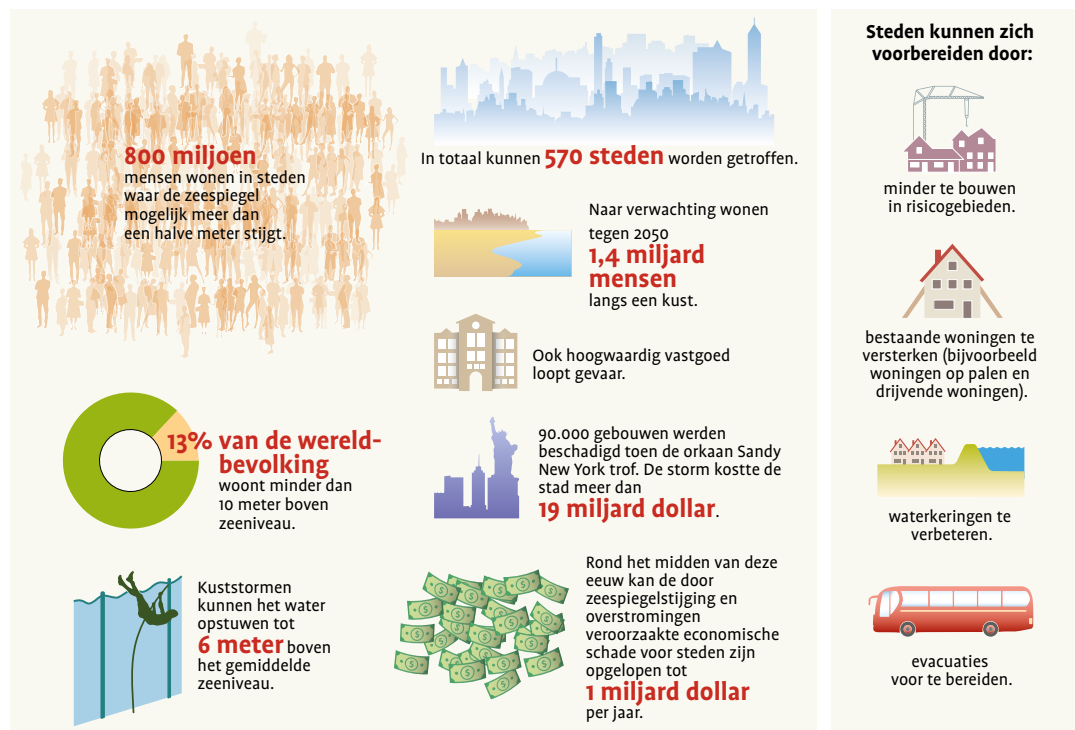


Bij langdurige droogte daalt de waterstand in de grote rivieren. In 2018 ondervond de binnenvaart daarvan veel hinder. Op enkele plekken vielen woonboten droog.

Waterveiligheid vergroten

Voorals kustgebieden lopen gevaar als de zeespiegel verder stijgt, ook in rijke landen. Toen orkaan Sandy in 2012 de stad New York trof, raakten 90.000 gebouwen beschadigd, vielen er 43 doden en zaten 2 miljoen mensen tijdelijk zonder stroom. Om zulke schade te voorkomen en essentiële voorzieningen op het gebied van energie, transport en gezondheid te beschermen, is het van belang dat kuststeden hun waterveiligheid vergroten. Dat kan onder meer door betere kustverdediging, door bestaande gebouwen en infrastructuur te versterken, door steden anders in te richten en door de bevolking voor te bereiden op noodsituaties en evacuatie. Mocht de waterstand van de Noordzee meer dan een meter stijgen, dan gaan in ons land de stormvloedkeringen permanent dicht. Is er echt geen houden meer aan, dan moeten we verhuizen naar hogergelegen gebied.

1 Mogelijke gevolgen van zeespiegelstijging voor steden

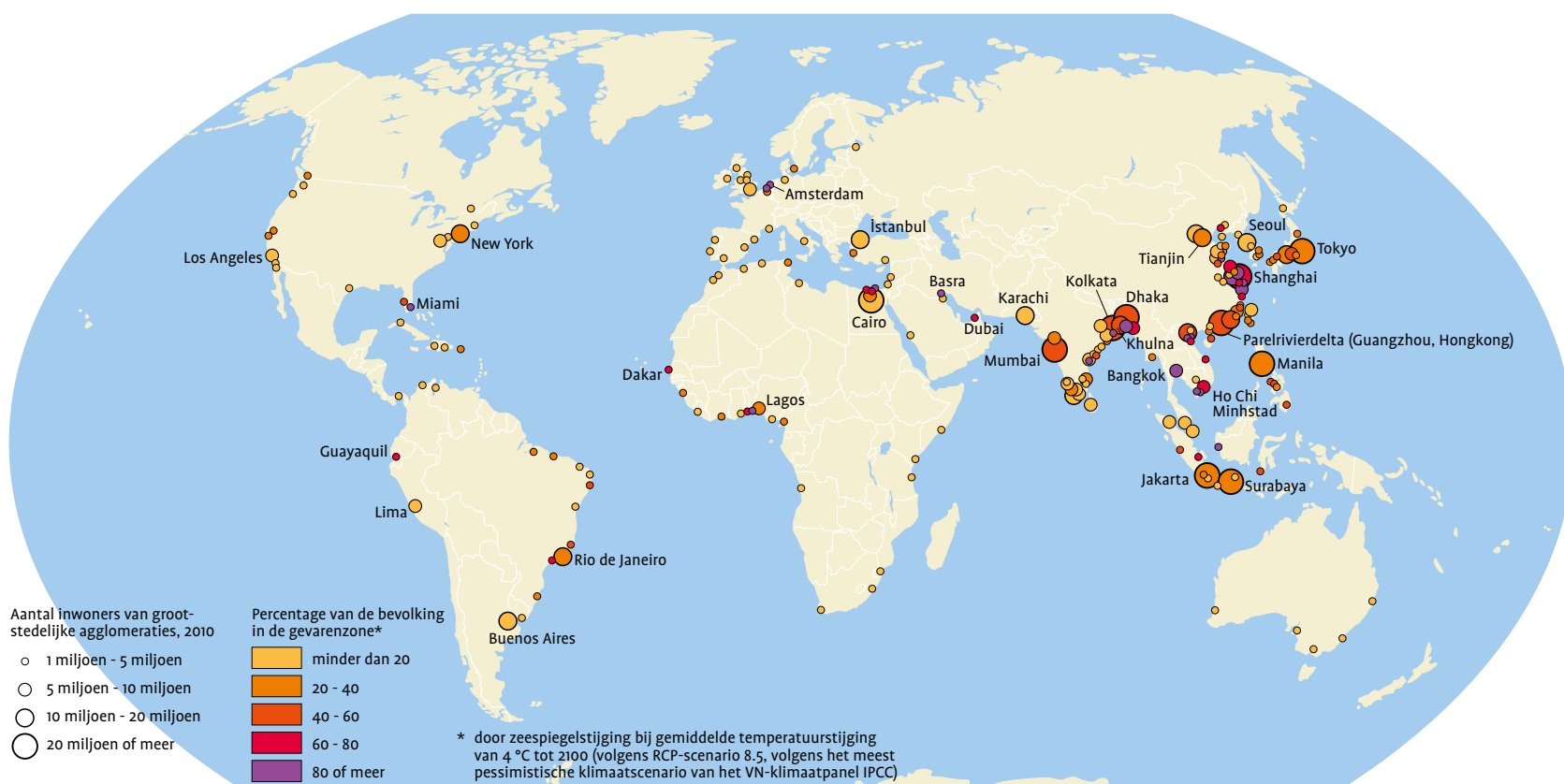


1 - 2 Waterdreiging in kuststeden

Naar verwachting is het aantal mensen op aarde 9 tot 12 miljard in 2100. De groei vindt vooral plaats in megasteden met meer dan tien miljoen inwoners. Veel van deze steden liggen aan een kust. Nu al kampen veel kuststeden met de dreiging van zeespiegelstijging en overstromingen.

Lukt het niet om de CO₂-uitstoot te verminderen en de wereldwijde gemiddelde temperatuurstijging te beperken tot 1,5 °C, dan neemt deze dreiging verder toe. Gevolg: veel menselijk leed en economische schade in honderden wereldsteden. Vooral kwetsbaar zijn steden aan de oostkust van de Verenigde Staten, waaronder New York en

2 Overstromingsgevaar in kuststeden door zeespiegelstijging



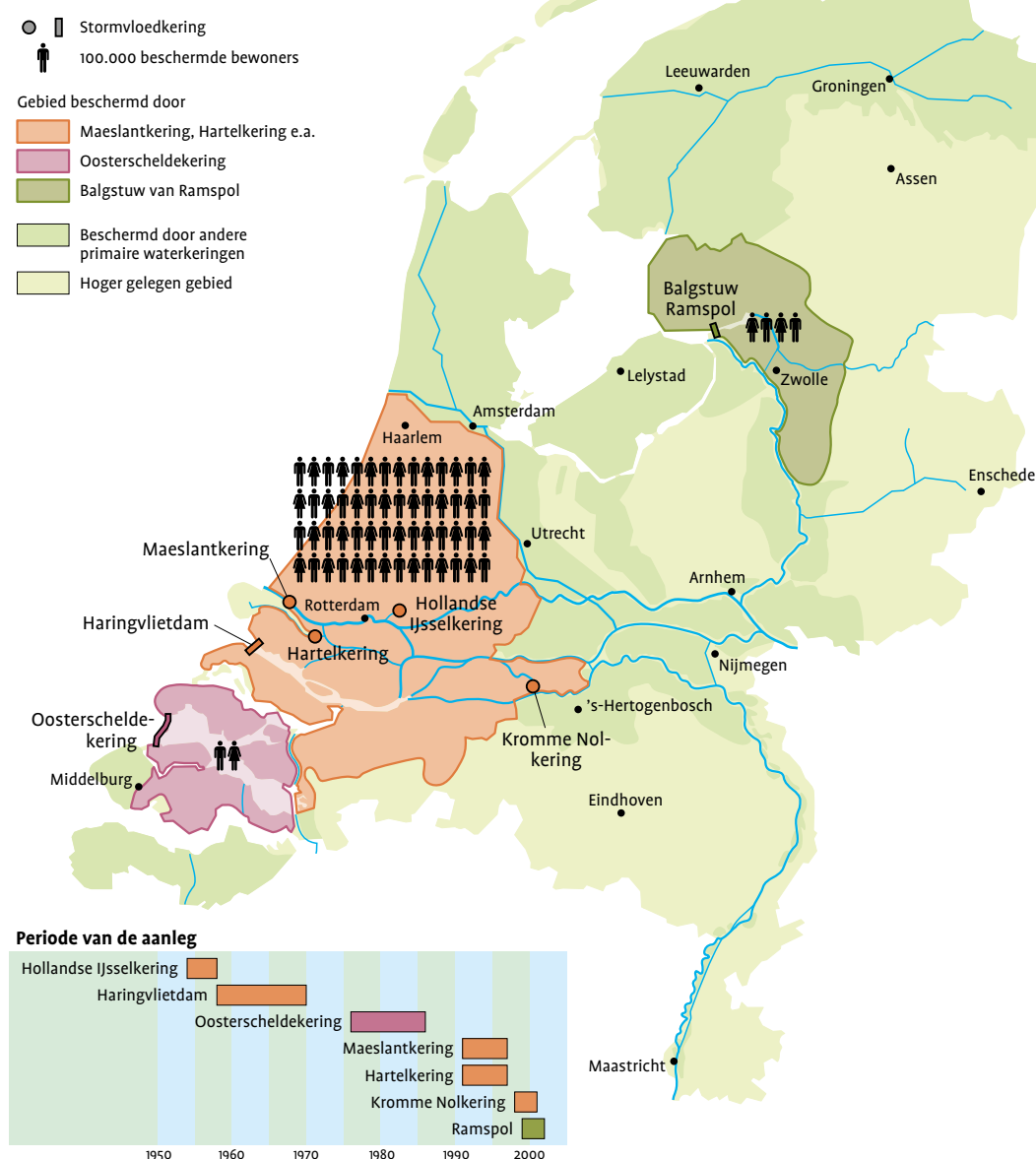
Miami, en grote steden in Oost- en Zuidoost-Azië, zoals Bangkok, Guangzhou en Shanghai. Stijgt de temperatuur op aarde met 2 °C, dan krijgen 64 miljoen Chinese burgers te kampen met overstromingen. Bij een opwarming van 4 °C, zijn dat er ruim twee keer zoveel: 145 miljoen. Bij een temperatuurstijging van 4 °C zijn er wereldwijd twaalf landen waar meer dan 10 miljoen mensen wonen in gebieden met ernstig overstromingsgevaar.

3 - 4 Keringen vaker dicht, meer zand voor de kust

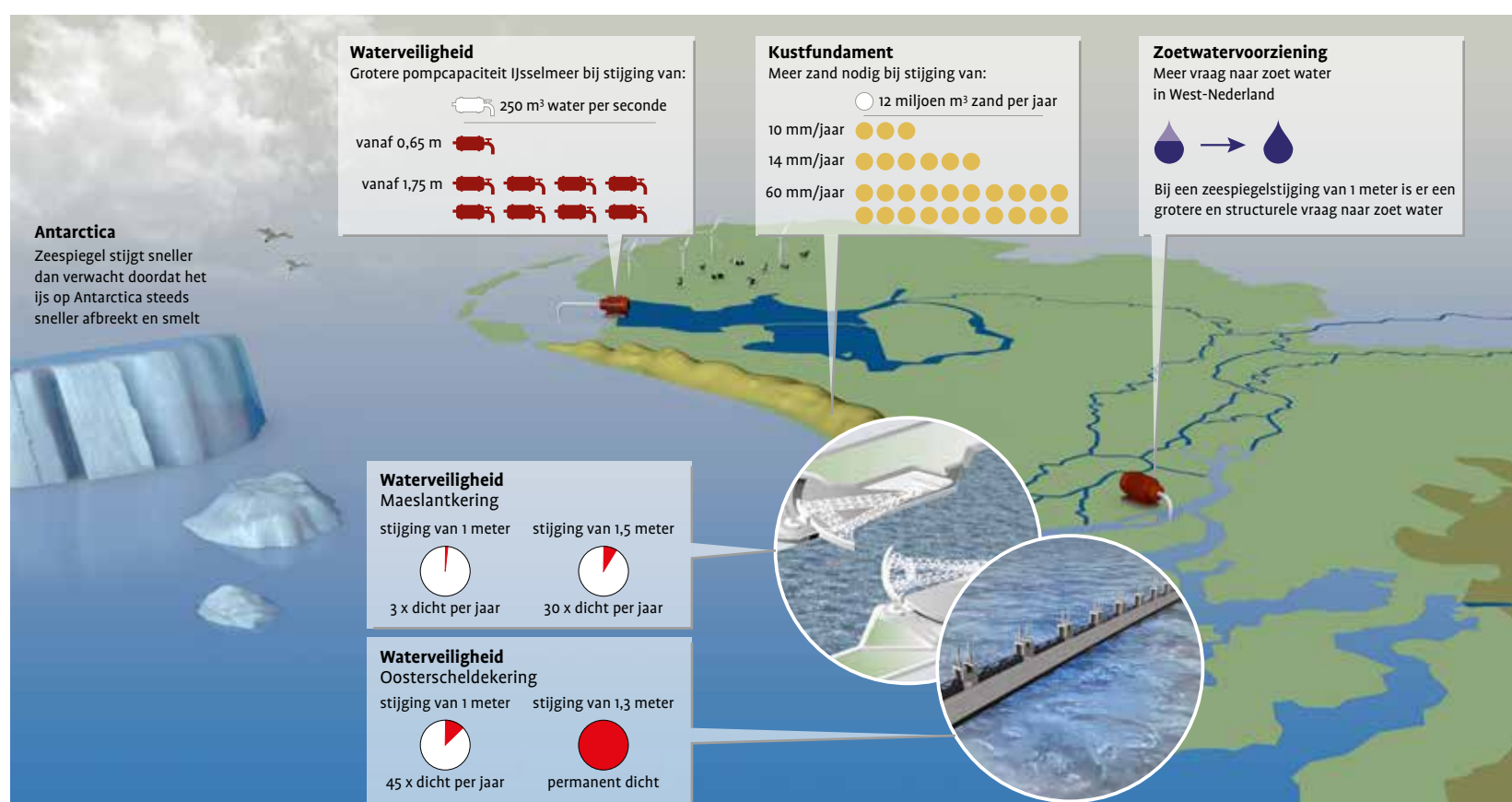
Dijken, duinen en dammen beschermen Nederland tegen het water. Daarnaast zijn er zeven stormvloedkeringen, die alleen dicht gaan bij extreem hoog water, zoals stormvloed of springtij. Ze houden het zeewater tegen dat anders via de grote rivieren landinwaarts zou stromen. Bekende stormvloedkeringen zijn de Oosterscheldekering en de Maeslantkering.

De bescherming van Nederland tegen het water gaat uit van een zeespiegelstijging van maximaal 1 meter in 2100. Het maximale klimaatsscenario van het KNMI gaat uit van 25 à 80 cm stijging. Maar als het niet lukt de opwarming van de aarde af te remmen, kan de zeespiegel deze eeuw veel verder stijgen, met wel 2,5 tot 3 meter. Als dat al gebeurt, is het waarschijnlijk pas na 2050. Stormvloedkeringen zullen dan vaker sluiten en uiteindelijk permanent dicht blijven. Om de kust op zijn plaats te houden, moet er tot wel twintig keer zoveel zand worden opgespoten als nu. Zoute kwel en zoutindringing via waterwegen en rivieren nemen toe, waardoor het lastiger wordt om zoet water uit de rivieren de polder in te laten stromen. In plaats daarvan moet zoet water worden aangevoerd vanuit het IJsselmeer. Uiteindelijk kan dit leiden tot een zoetwatertekort.

3 Werken aan waterveiligheid bij stormen



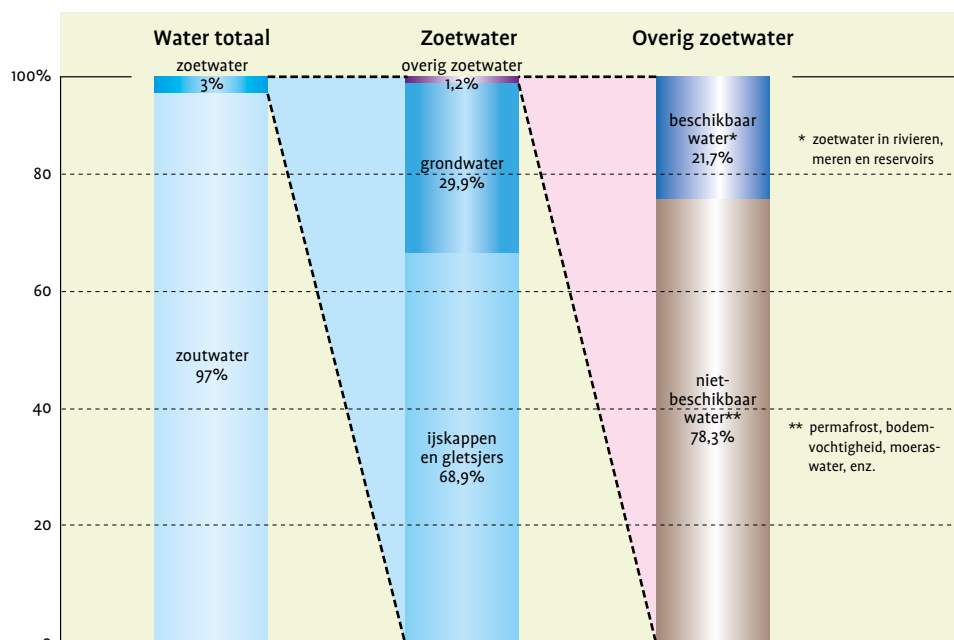
4 Mogelijke gevolgen van een versnelde zeespiegelstijging



Zuinig met zoet water

De zoetwatervoorraad op aarde is klein, minder dan 3% van al het water. De rest is zout. Het deel van het zoetwater dat direct beschikbaar is voor gebruik door de mens is slechts 0,26%. De overige 99,74% van het zoete water bestaat voornamelijk uit ijskappen, gletsjers en grondwater. Voor vrijwel alle menselijke activiteiten is zoetwater nodig: denk bijvoorbeeld aan hygiëne, de productie van voedsel en kleding, industrie en energie. Een tekort daaraan is al gauw levensbedreigend. Geen wonder dat de mens al eeuwenlang probeert om zoetwater op te vangen, vast te houden en in goede banen te leiden. Bijvoorbeeld door putten te graven, stuwdammen te bouwen en landbouwgronden te irrigeren. Dat bleef niet zonder gevolgen. De afgelopen decennia is daar nog een probleem bijgekomen: klimaatverandering.

1 Zout- en zoetwatervoorraad op de aarde

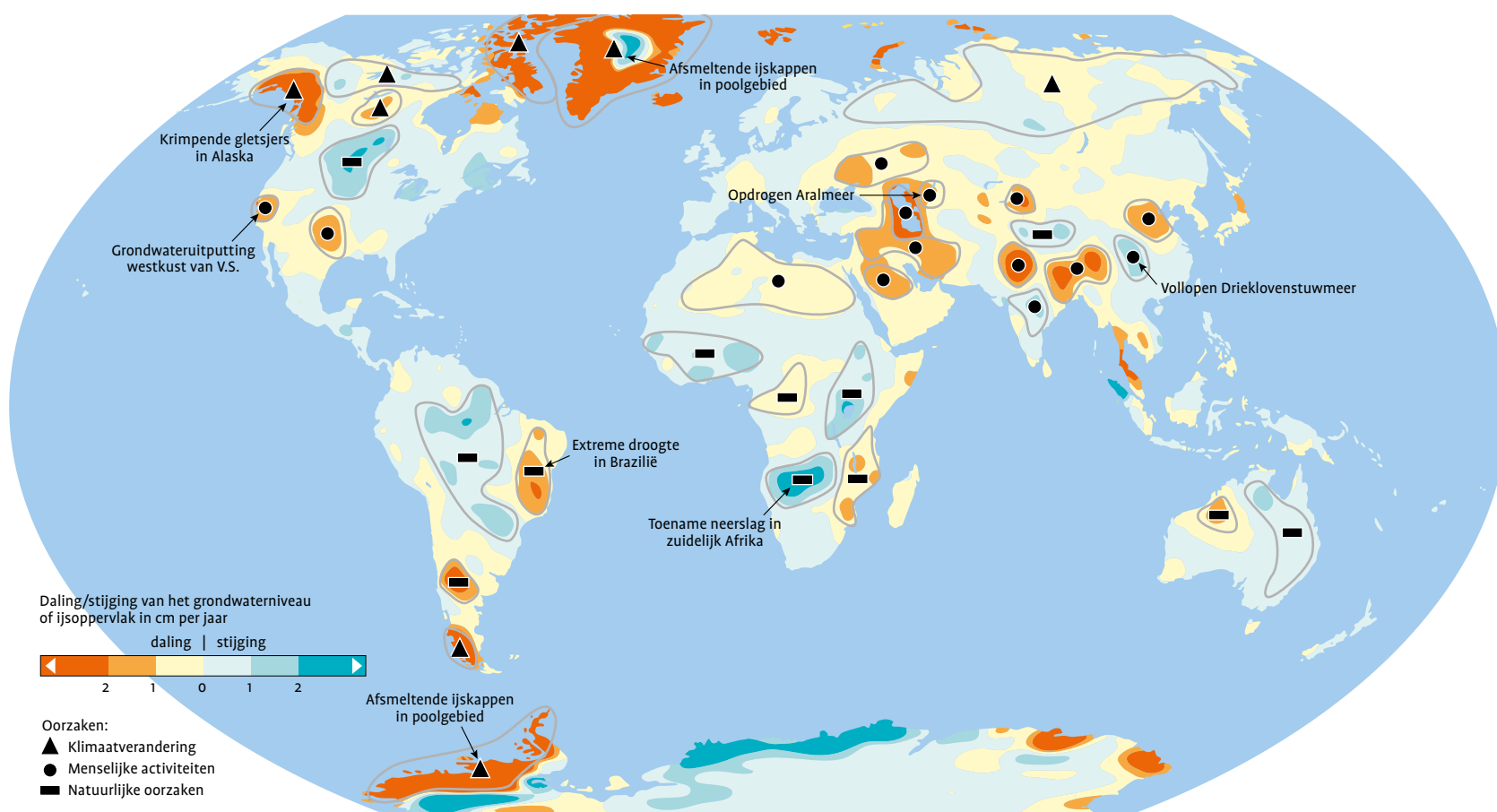


2 Link met menselijke activiteiten

Onlangs zijn 34 gebieden opgespoord waar de zoetwatervoorraad snel verandert. Soms is dit door de mens veroorzaakt, zoals het opdrogen van het Aralmeer, het vollopen van het Drieklovenstuwmeer en de grondwateruitputting in het westen van de Verenigde Staten. Andere veranderingen hebben een natuurlijke oorzaak,

zoals de toegenomen neerslag in zuidelijk Afrika en extreme droogte in Brazilië. Het effect van klimaatverandering is zichtbaar op beide polen en in Alaska. In twee derde van al deze gevallen is er een directe link met menselijke activiteiten. Minder goed zichtbaar zijn gebieden met grote waterschaarste zoals Afrika ten zuiden van de Sahara, Peru, Bolivia, India en Zuidoost-Azië.

2 Grootschalige veranderingen van de zoetwatervoorraad



3 Aanvoer oppervlaktewater voor zoetwatervoorziening en tegen verzilting









3 Zoetwater tegen verzilting

In Nederland zorgen Rijn en Maas voor de grootste aanvoer van zoet oppervlaktewater. De Rijn vult het IJsselmeer, het grootste zoetwaterreservoir. De Maas vult de spaarbekkens in de Biesbos en het zoetwaterreservoir in Haringvliet, Volkerak en Hollands Diep. De verdeling van zoetwater over huishoudens, industrieën, landbouw, energiecentrales en scheepvaart verloopt via een hoofdwatersysteem. Dit bestaat uit rivieren, kanalen, meren, dammen, stuwen, sluizen en gemalen en wordt bediend met hoofd- en nevenkranen. Het meeste water is nodig voor het bestrijden van verzilting. Bij schaarste zijn extra maatregelen nodig, zoals tijdens de extreem droge zomer van 2018. Toen is vanuit de Lek extra water ingelaten in het Amsterdam-Rijnkanaal. Schepen mochten alleen schutten als de zeesluizen helemaal vol waren. En de scheepvaart werd plaatselijk stilgelegd. Door klimaatverandering neemt de zoetwaterschaarste naar verwachting toe. Ingrijpendere maatregelen zijn dan wellicht nodig, zoals het afsluiten van de Nieuwe Waterweg en het verhogen van het waterpeil in het IJsselmeer.

De Maas: duurzaamheidsinitiatieven

Bijna 10% van het zoete water dat Nederland binnenkomt, wordt aangevoerd door de Maas. Dit water wordt gebruikt voor landbouw, natuur, industrie en de productie van drinkwater. Hoe veel water de Maas aanvoert, is afhankelijk van de hoeveelheid regen in België en Frankrijk. Om altijd genoeg water te hebben voor de drinkwatervoorziening, bufferen waterbedrijven Maaswater in bekkens en in de duinen. Via enkele zuiveringsstappen wordt er drinkwater van gemaakt voor grote delen van Zeeland en Zuid-Holland, waaronder steden als Den Haag en Rotterdam. Waterbeheer in het stroomgebied van de Maas is de verantwoordelijkheid van overheden, in overleg met waterbedrijven, kennisinstellingen, industrie en milieu-organisaties – zowel nationaal als internationaal. Naast afstemming van de afzonderlijke belangen is er ook aandacht voor verduurzaming, door bescherming van drinkwaterbronnen, hergebruik van water en grondstoffen en aanpassingen aan klimaatverandering.

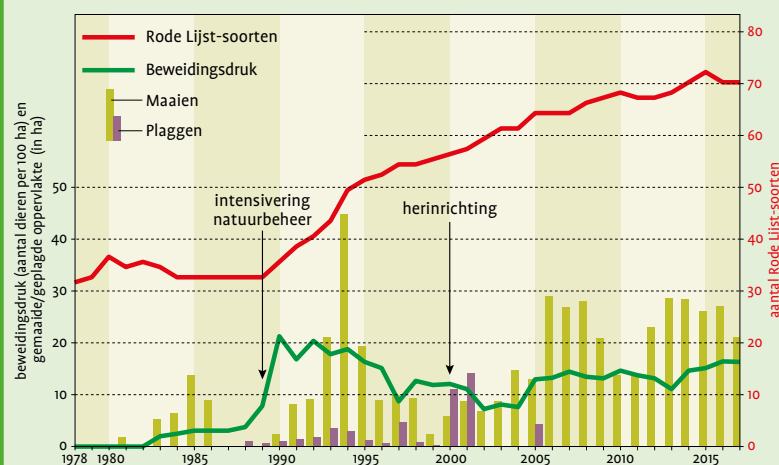
1 Samenwerken aan schoon water in het Nederlands deel van het stroomgebied van de Maas

-  Stroomgebied van de Maas
- Drinkwaterbereiding
 -  Volledig uit Maaswater
 -  Maaswater en andere drinkwaterbronnen
-  Transport van voorgezuiverd water naar productielocatie of duinen, waarna het nogmaals wordt gezuiverd en gedistribueerd naar afnemers
-  Innamepunt oppervlaktewater
-  Oevergrondwaterwinning



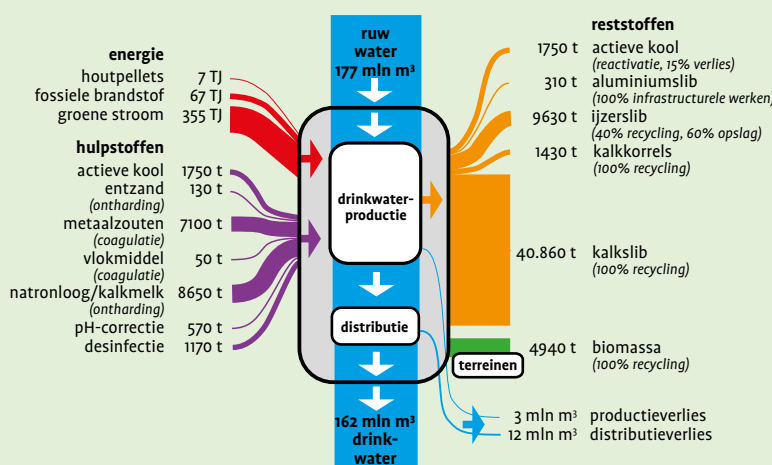
2 Natuurontwikkeling in waterwingebied op Goeree

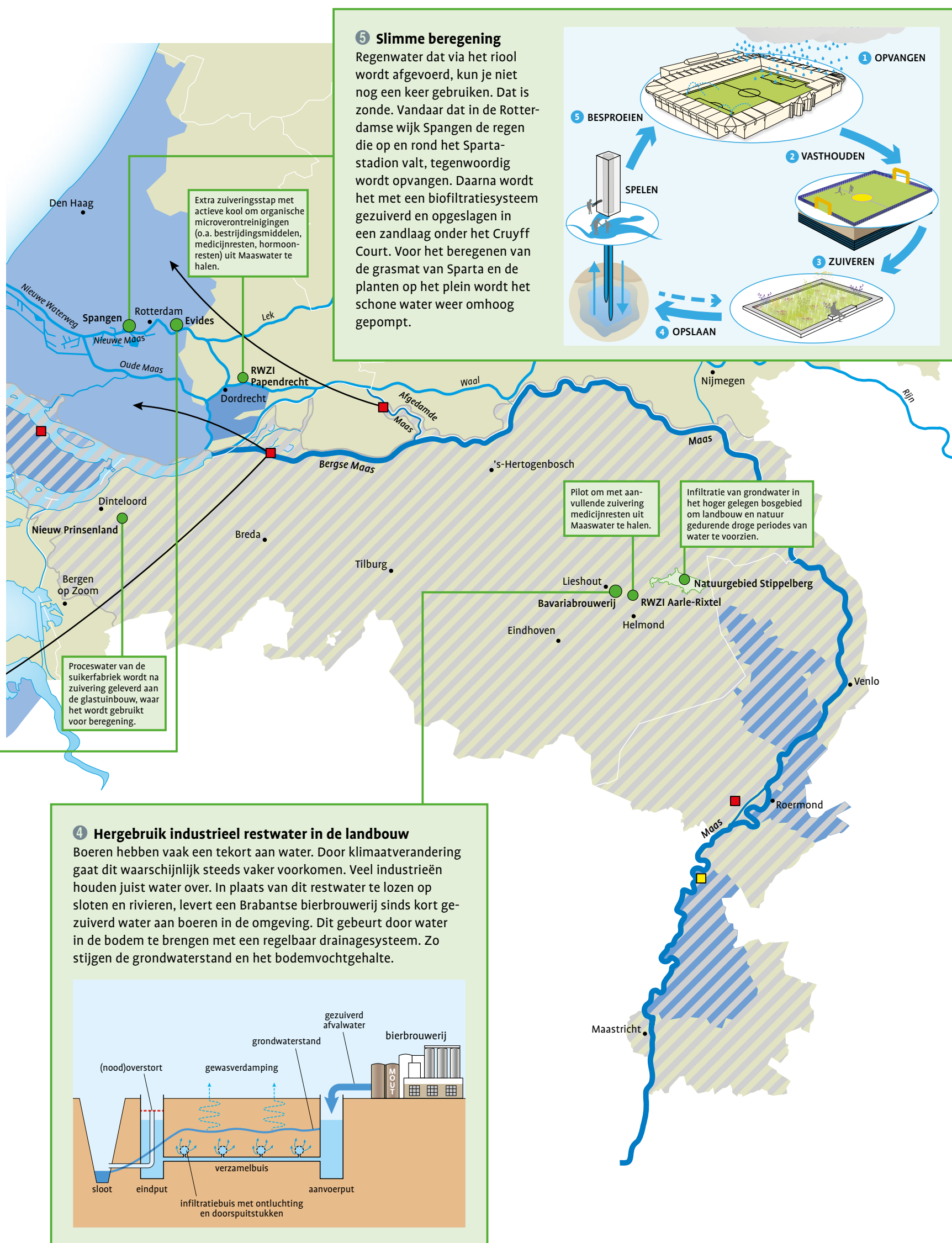
Voordat er drinkwater van wordt gemaakt, verblijft een deel van het Maaswater tijdelijk in de duinen, onder meer op Goeree. Dit is onderdeel van de waterzuivering. Mede doordat het waterwingebied van de Middel- en Oostduinen in 2000 en 2001 opnieuw is ingericht, onder andere om de natuurwaarden te verbeteren, komen bedreigde soorten van de Rode Lijst er vaker voor. Natuurbeheer en drinkwaterbelangen gaan hier hand in hand.



3 Hergebruik hulpstoffen drinkwaterproductie

Om drinkwater te maken is meer nodig dan water. Voor het zuiveren van 'ruw' water zijn enkele hulpstoffen nodig, zoals koolstof en zouten. Een groot deel daarvan krijgt na gebruik een nieuwe bestemming. Zo worden kalkkorrels verwerkt in tapijt en in keramiek (badkuipen en wastafels) en krijgt kalkslib een tweede leven als meststof in de landbouw. Dat geldt ook voor restproducten die vrijkomen bij het terreinonderhoud, zoals hout van gekapte bomen.





Aquathermie

Afvalwater van huishoudens bevat veel warmte – denk aan douche- en afwaswater (TEA). Ook oppervlaktewater is relatief warm (TEO). Drinkwater kan ook een bron van duurzame warmte zijn (TED). Met moderne middelen is deze energie in de winter te gebruiken voor CO₂-loze verwarming van huizen, bedrijven en zwembaden. Naar verwachting kan 'aquathermie' in 2050 voorzien in zo'n 50% van de totale warmtebehoefte in Nederland.

Thermische energie uit afvalwater (TEA)

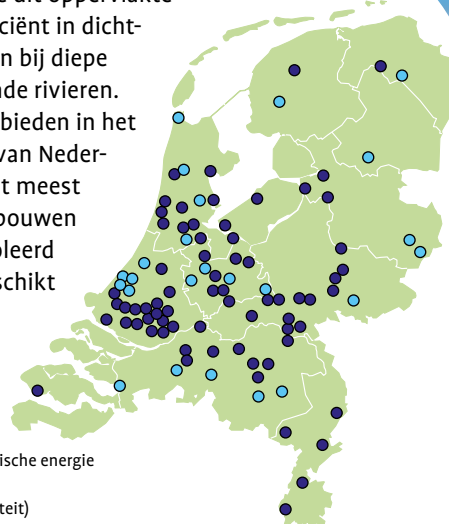
Een warmtewisselaar onttrekt warmte aan afvalwater van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi). Vervolgens voert een elektrische warmtepomp de temperatuur voldoende op voor de verwarming van gebouwen die zijn aangesloten op een warmtenet. Voor CO₂-vrije productie moet de stroom wel groen zijn.

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

's Zomers wordt relatief warm water uit een kanaal of rivier ingelaten. Via een warmtewisselaar gaat deze warmte naar een apart watercircuit met ondergrondse opslag. Als er behoefte is aan warmte (vooral in de winter), wordt water uit deze buffer opgepompt en met een elektrische warmtepomp verder verwarmd.

Mogelijkheden voor TEO

Thermische energie uit oppervlaktewater is vooral efficiënt in dichtbebouwde gebieden bij diepe plassen of stromende rivieren. Grote steden en gebieden in het waterrijke westen van Nederland komen dus het meest in aanmerking. Gebouwen moeten goed geïsoleerd zijn. Het meest geschikt is nieuwbouw met vloer- en wandverwarming.



Mogelijkheden voor thermische energie uit oppervlaktewater

- >100% (veel overcapaciteit)
- 100%

Grondstoffen uit riolen

De zuivering van rioolwater kan waardevolle grondstoffen opleveren. Op dit moment staan in Nederland al verscheidene van zulke 'grondstoffenfabrieken'. Uit urine worden stoffen gewonnen die de basis vormen van kunstmest. Met cellulose (resten van wc-papier) is bioplastic te maken. Per jaar gebruikt de gemiddelde Nederlander voldoende wc-papier voor 700 draagtasjes.



Rioolwaterzuiveringsinstallatie die grondstoffen produceert (in gebruik of in voorbereiding)

- Fosfaat (voor kunstmest)
- Cellulose (voor bioplastic)

Industrie

Barometer 88

Vermindering industriële CO₂-uitstoot 90

Verduurzaming van producten 92

Waterstofnetwerk in Zeeland 94

Groene chemie in Noord-Nederland 96

Naar een CO₂-neutrale staalproductie 98

Industrie is een belangrijke motor voor de Nederlandse economie. De sector zorgt voor veel werkgelegenheid en handelsverkeer en is een grote afzetmarkt voor andere bedrijfstakken. Tegelijk verbruikt de industrie veel fossiele brandstoffen (dat veroorzaakt CO₂-uitstoot) en zijn sommige productieprocessen vervuilend (uitstoot van onder andere fijnstof, stikstof- en zwaveldioxide). Vanwege de schaalgrootte is het bijzonder efficiënt om juist in deze sector energie te besparen en uitstoot te verminderen. In Europa heeft dat de afgelopen 25 jaar al geleid tot meer dan een halvering van de uitstoot van broeikasgassen, met name N₂O (lachgas). De volgende stap is het verminderen van de CO₂-uitstoot. En om ook het grondstoffenverbruik te verminderen, worden producten steeds vaker anders ontworpen, zodat ze zuiniger, schoner en recyclebaar worden.



Uitsnede Panorama Nederland

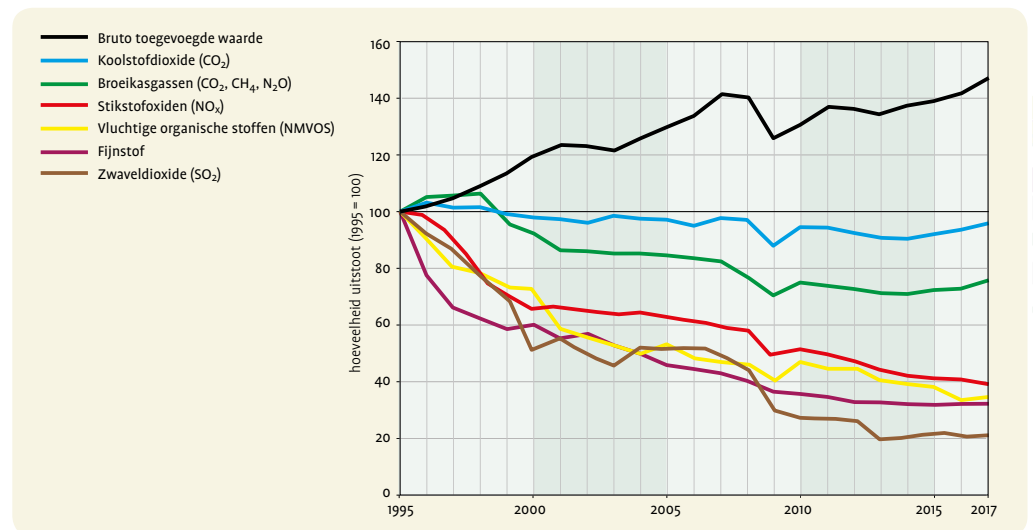
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

6

Barometer > Industrie

De Nederlandse industrie kan op twee manieren verduurzamen. Ten eerste: minder CO₂ uitstoten, vooral door de energie-intensieve, zware industrie. Ten tweede: verduurzamen van de producten zelf, ook door de minder zware industrie. De afgelopen decennia is de industrie al schoner gaan produceren – minder fijnstof, minder stikstofoxiden en minder zwaveldioxide.

De komende jaren moet ook de uitstoot van CO₂ omlaag. Dit betekent onder meer dat bedrijven die fossiele brandstoffen gebruiken, hun installaties geschikt moeten maken voor elektriciteit van windmolens en zonnepanelen, dan wel voor bio- of waterstofgas. Daarnaast moeten producten anders worden ontworpen: met minder en hernieuwbare grondstoffen. En zo, dat ze eenvoudig te repareren en te recyclen zijn.



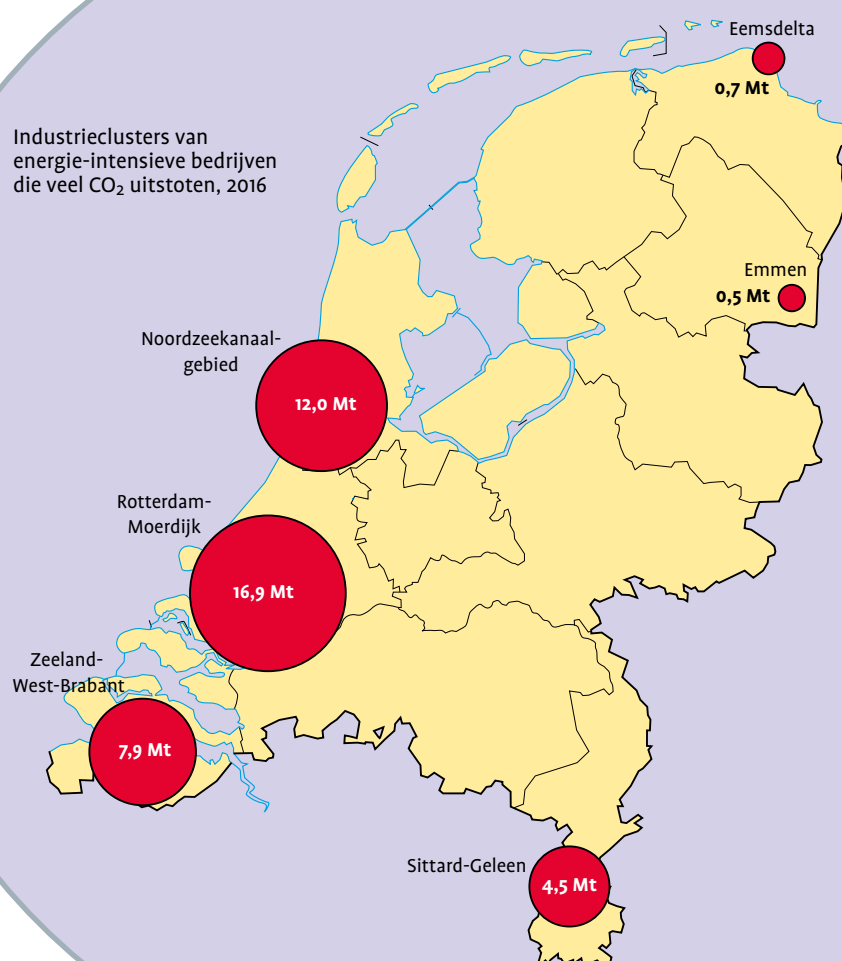
Nederlandse industrie schoner dan in 1995

Duurzaam ontwerpen: simpel te repareren en te recyclen



Nederland heeft relatief veel energie-intensieve industrie

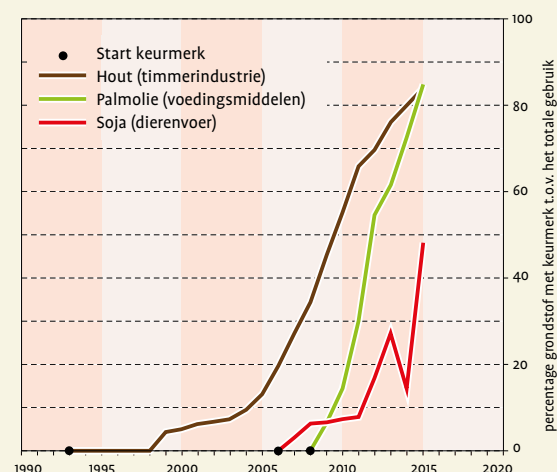
Industrieclusters van energie-intensieve bedrijven die veel CO₂ uitstoten, 2016



Windmolenpark op industrieterrein Vlissingen-Oost

Toekomst:
verregaande
elektrificatie

Stijgend gebruik van
duurzame grondstoffen



Vermindering industriële CO₂-uitstoot

Industrie is belangrijk voor de Nederlandse economie: in 2017 goed voor een omzet van ruim 350 miljard euro, ruim 15% van de werkgelegenheid en zo'n 12% van de totale toegevoegde waarde. Binnen de industrie zijn energie-intensieve bedrijven (chemie, staal) sterk vertegenwoordigd. Wil Nederland zijn klimaatdoelstellingen halen – 95% minder broeikasgassen uitstoten in 2050 – dan zijn ingrijpende maatregelen nodig. Er is al veel bereikt op het gebied van energiebesparing en vermindering van de uitstoot van enkele krachtige broeikasgassen. Verdere verlaging vraagt een combinatie van maatregelen: nog meer energie-efficiëntie, overstappen op hernieuwbare energie en eventueel ondergrondse opslag van CO₂. Overheidsmaatregelen zoals het begrenzen en beprijzen van CO₂-uitstoot, moeten zorgen voor de nodige prikkels.

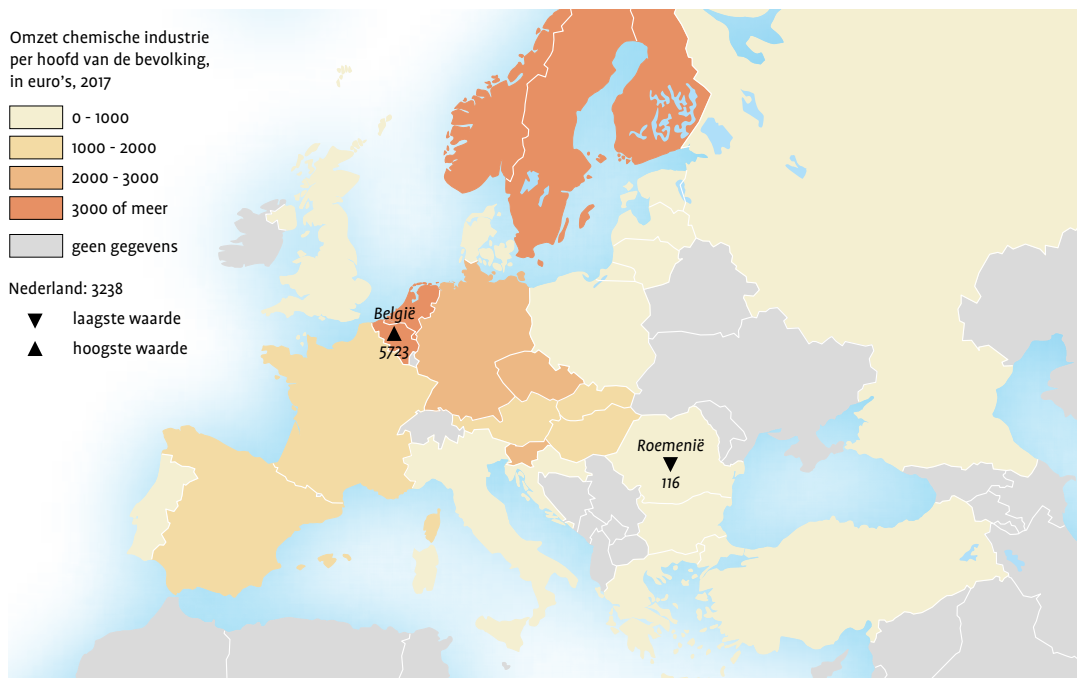
1 Omzet chemische industrie per inwoner

Omzet chemische industrie per hoofd van de bevolking, in euro's, 2017



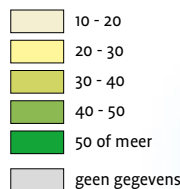
Nederland: 3238

▼ laagste waarde
▲ hoogste waarde



2 Energie-efficiëntieverbetering in de industrie

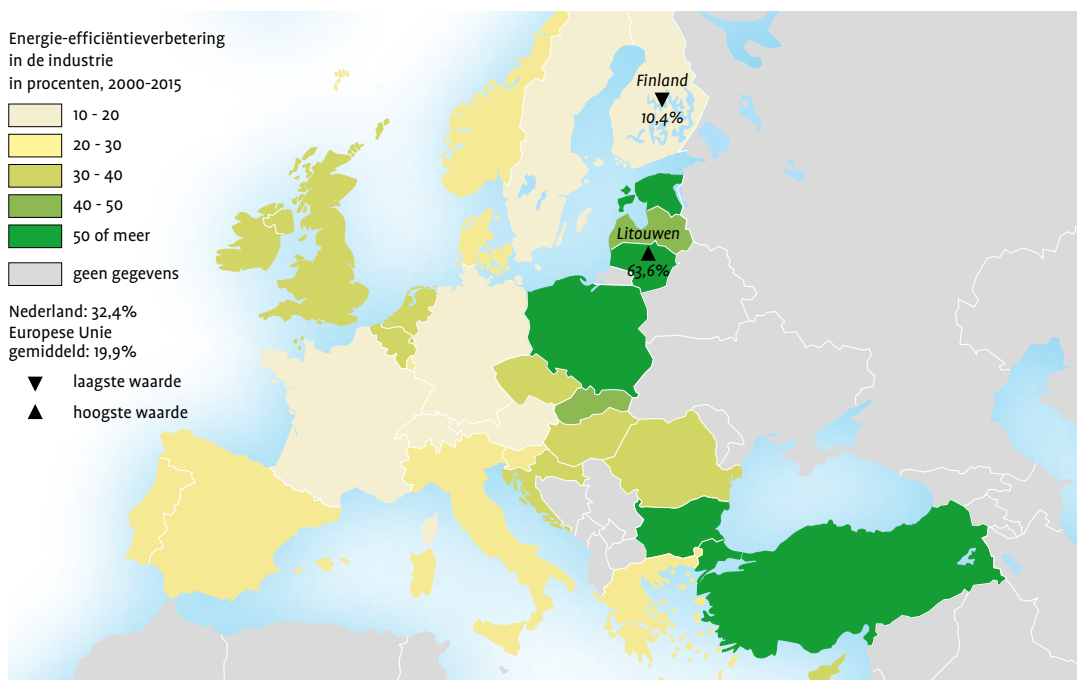
Energie-efficiëntieverbetering in de industrie in procenten, 2000-2015



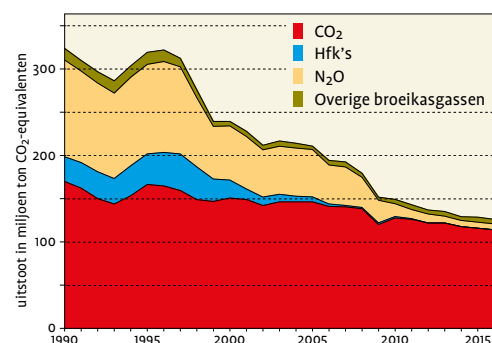
Nederland: 32,4%

Europese Unie gemiddeld: 19,9%

▼ laagste waarde
▲ hoogste waarde



3 Uitstoot broeikasgassen Europese chemie



1 Nederland chemieland

Dat Nederland tamelijk veel broeikasgassen uitstoot, komt onder meer door de relatief grote chemische industrie. Chemische processen verbruiken vaak veel energie, die nu nog overwegend met fossiele brandstoffen wordt opgewekt. Ons land heeft vierhonderd chemische bedrijven, waarvan er veel zijn gevestigd in een van de zes chemische clusters. Ze produceren onder meer verf, coatings, batterijen, katalysatoren, cosmetica, vitamines, kunstmest en nafta. Alleen Belgen, Zweden en Finnen verdienen per hoofd van de bevolking meer aan hun chemie.

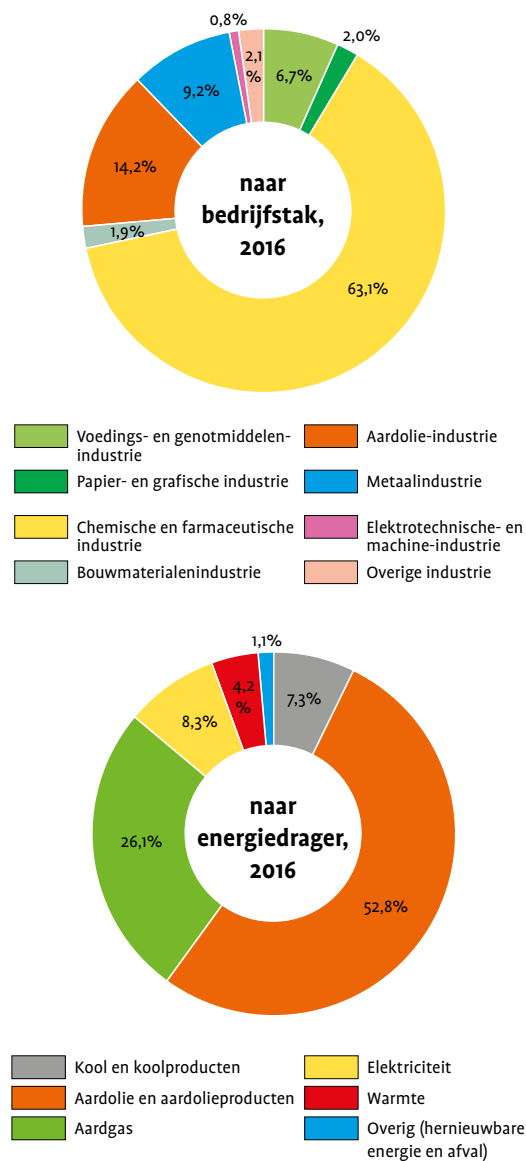
2 Energiebesparing

Nederlandse bedrijven verminderen de CO₂-uitstoot door te investeren in energiebesparing: tussen 2000 en 2015 verbeterde hun energie-efficiëntie (de hoeveelheid energie die nodig is voor het maken een industrieel product) met ruim 32%. In West-Europa presteerden alleen de Belgen en de Ieren beter. In het voormalige Oostblok en Turkije worden grote stappen gezet dankzij de vervanging van inefficiënte oudere productiefaciliteiten.

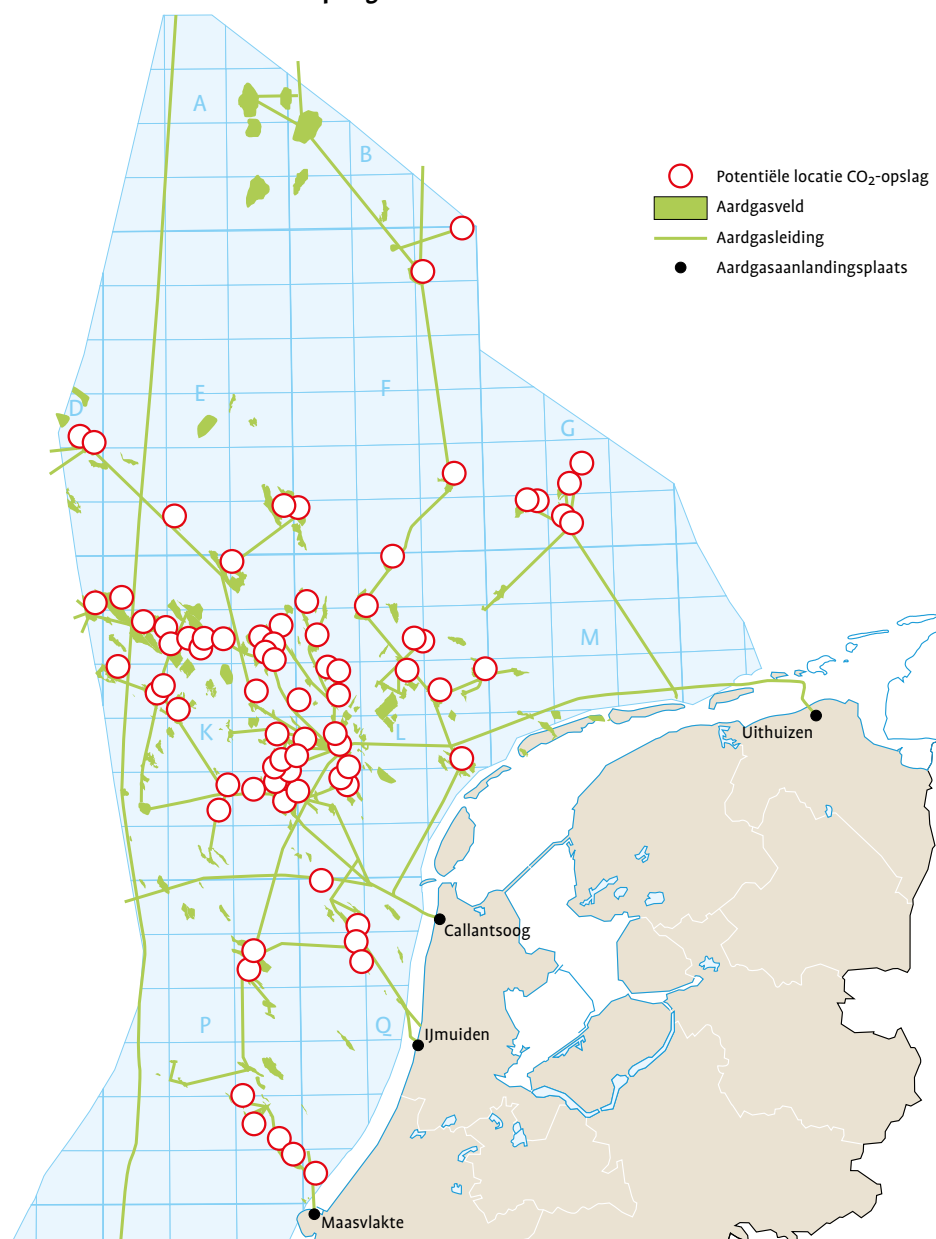
3 Uitstoot is al afgenomen

Overheid en industrie spannen zich al jaren in om de emissie van schadelijke stoffen terug te dringen. In de hele Europese chemie heeft dat geleid tot een aanmerkelijke daling van de uitstoot van krachtige broeikasgassen als fluorkoolwaterstoffen (hfk's, 150-5000 keer zo sterk als CO₂) en lachgas (N₂O, 300 keer zo sterk als CO₂). De uitstoot van broeikasgassen in de chemie is sinds 1990 met ruim 60% gedaald. Alleen de hoeveelheid CO₂ is maar beperkt afgenomen. Naar verwachting zal dit de komende jaren veranderen.

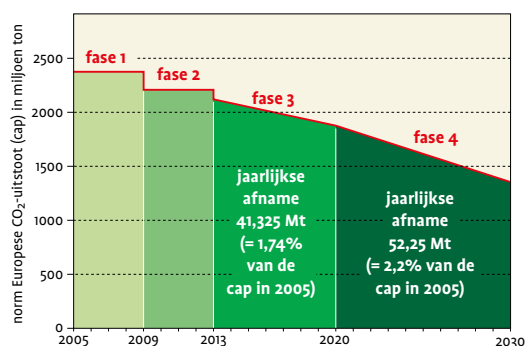
4 Energiegebruik Nederlandse industrie



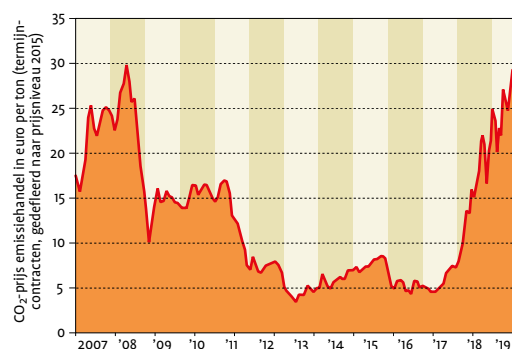
5 Potentiële locaties voor CO₂-opslag onder de Noordzee



6 Europese emissierechten 2005-2030



7 Prijsontwikkeling verhandelde CO₂



4 Grootverbruikers

De grootverbruikers van energie zijn te vinden in de (petro)chemie, staal- en kunstmestproductie. Tot deze sectoren behoren dan ook de vijf industriële bedrijven die de meeste CO₂ uitstoten: Tata Steel in IJmuiden, chemiecomplex Chemelot in Sittard-Geleen (onder andere DSM), de Shell-raffinaderij in Pernis, Yara in Sluiskil en Dow Benelux in Terneuzen. Samen zorgen deze bedrijven voor een uitstoot van 21,7 megaton CO₂-equivalent (2016). Het gebruik van hernieuwbare energie in de Nederlandse industrie is nog heel beperkt.

5 Ondergrondse opslag van CO₂

Omdat het terugdringen van de uitstoot van broeikasgas door de industrie veel tijd en grote investeringen vergt, pleiten sommigen ervoor CO₂ af te vangen en onder de grond op te slaan. Het Nederlandse deel van de Noordzee, met zijn vele lege gasvelden, leent zich goed voor deze overgangmaatregel. Toch bestaan er ook bezwaren tegen deze techniek om de uitstoot sneller terug te brengen, ook wel bekend als CCS (Carbon Capture and Storage). Het is duur en zou investeringen in werkelijk schone technieken vertragen.

6 - 7 Handel in emissierechten (EU ETS)

Rantsoenering is een andere manier om industriële uitstoot van broeikasgassen te beperken. Dat is het idee achter het EU ETS (European Union Emissions Trading System): in 2030 moet de uitstoot van zo'n 11.000 bedrijven (45% van de totale uitstoot) zijn teruggebracht met 43% ten opzichte van 2005. Als een bedrijf zijn uitstoot minder snel terugbrengt, kan het op een speciale markt extra 'emissierechten' kopen bij een bedrijf dat het beter doet en rechten overhoudt. Bij schaarste loopt de prijs van emissierechten op en wordt investeren in CO₂-emissiereductie aantrekkelijker. De prijs van emissierechten was lange tijd lager dan bij de introductie. De industrie wist de daling van het plafond tot voor kort dus redelijk bij te houden. Sinds begin 2018 is de prijs door verwachte schaarste sterk gestegen, tot bijna 30 euro/ton. Landen als Zweden en het Verenigd Koninkrijk hanteren naast dit systeem ook een nationale heffing op de uitstoot van broeikasgassen. De industrie is echter uitgezonderd omdat dit slecht is voor hun internationale concurrentiepositie. De CO₂-heffing die Nederland wil invoeren, is juist wél bedoeld voor de industrie. De opbrengst ervan wordt gebruikt om de industriële uitstoot verder te reduceren.

Verduurzaming van producten

Bij de aanschaf van huishoudelijke apparaten en gebruiksartikelen lette de gemiddelde westerse consument tot voor kort nauwelijks op duurzaamheid. Andere factoren, zoals kosten, kwaliteit en gebruiksgemak, speelden meestal een grotere rol. Inmiddels verandert dat snel. Bij consumenten én producenten is het besef doorgedrongen dat ook industrie-producten zuiniger, schoner en recyclebaar moeten worden.

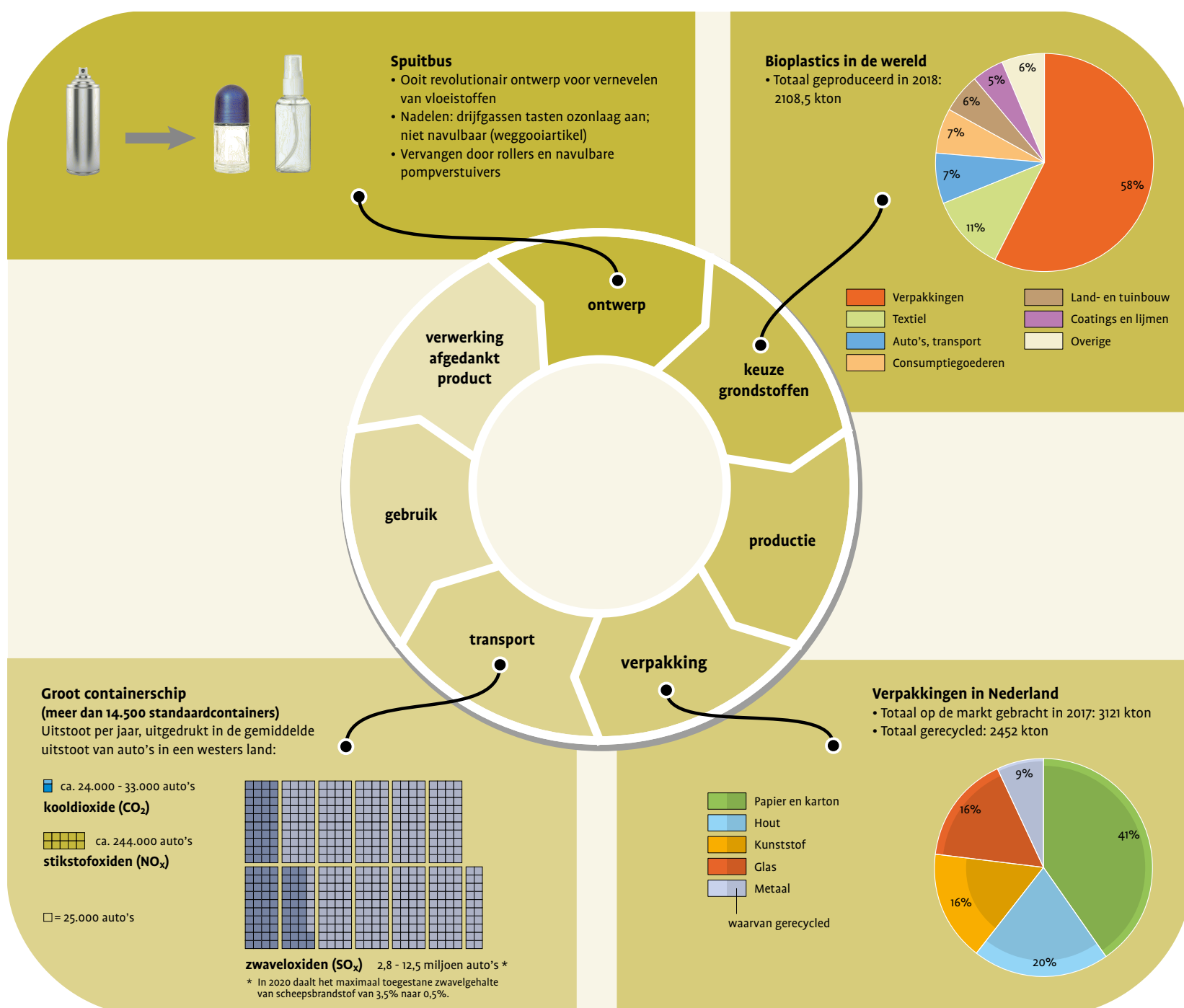
1 Kijken naar de hele levensloop

Om producten te verduurzamen is het van belang de hele levenscyclus – van idee tot vernietiging – onder de loep te nemen. Die cyclus begint bij ontwerp vragen als: hoe zijn schadelijke gevolgen van het gebruik te vermijden? Hoe is het grondstoffengebruik te vergroenen? Kiest de producent voor plastic op basis van aardolie, voor hernieuwbare grondstoffen of voor bioplastic? Dat laatste gebeurt nog nauwelijks: minder dan 1% van de 335 miljard kilo plastic die per jaar wereldwijd wordt geproduceerd, is bioplastic. In de volgende fase, de productie, is het van belang om weinig water en energie te gebruiken en zo min mogelijk te vervuilen. En bij de verpakking is recyclebaarheid een aandachtspunt:

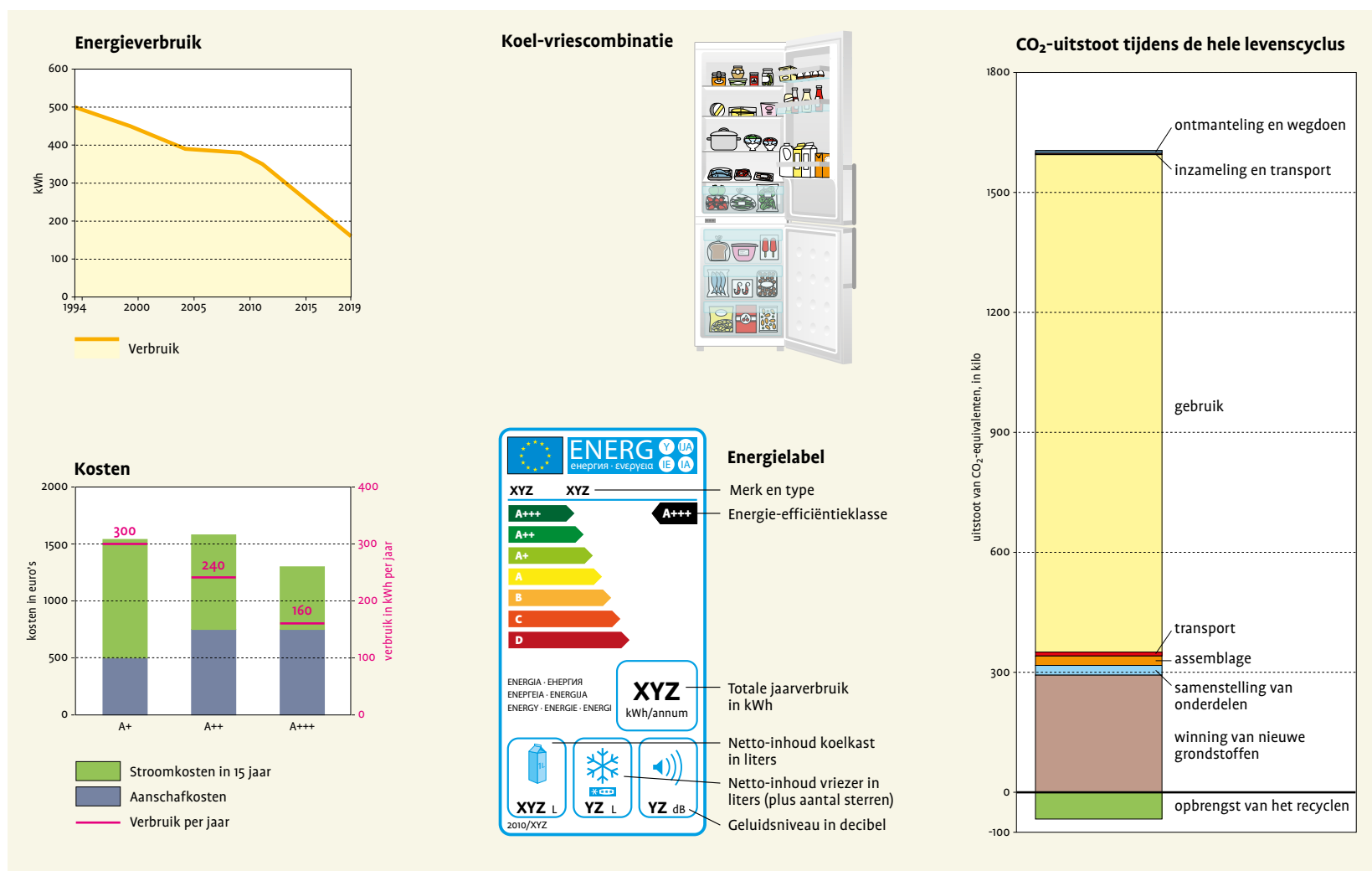
in Nederland wordt inmiddels 79% van alle verpakkingen gerecycled. Het transport van producent naar afnemer – de volgende stap – is vaak nog weinig milieuvriendelijk, met name als dat gebeurt met containerschepen. De CO₂-uitstoot daarvan valt nog wel mee, maar de zwavel- en stikstofuitstoot is aanzienlijk. Inmiddels heeft de scheepvaartsector afspraken gemaakt over de terugdringing van vervuiling door zwaveloxiden (die smog veroorzaken), maar nog nauwelijks over de uitstoot van CO₂.

Ten slotte moet het product niet alleen energiezuinig zijn, maar na gebruik ook weer verwerkt kunnen worden tot nieuwe producten. Vooral dit 'sluiten van de grondstofstromen' zal nog veel inventiviteit vragen.

1 Duurzaamheid in de productieketen



2 Levenscyclus en zuinigheid van een koelkast



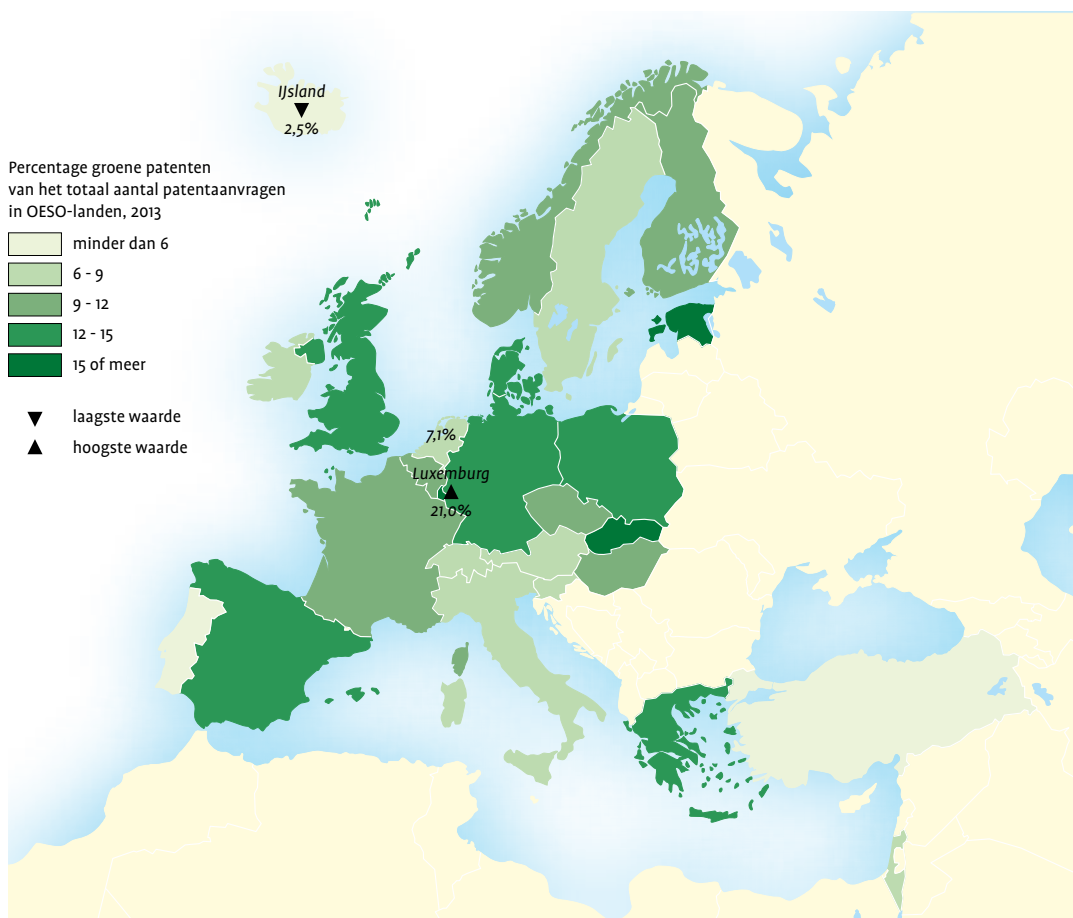
2 Dilemma: opgebruiken of vervangen?

Huishoudelijke apparaten maken kost grondstoffen en energie. Daarom kun je ze het beste zo lang mogelijk gebruiken. Dat geldt niet voor koel-vriescombinaties. Doordat die constant aan staan, verbruiken ze veel stroom (15% van het huishoudelijk verbruik). Tijdens hun levenscyclus is niet de productie, maar het gebruik de grootste veroorzaker van CO₂-uitstoot. Omdat nieuwe koelkasten in hoog tempo zuiniger worden, loont het al snel om een nieuwer, zuiniger exemplaar te kopen. Let bij aanschaf niet alleen op het gebruik, maar ook op de plaats van het vriesvak (liefst bovenaan) en de omvang: liever een kleine, maar volle koelkast, dan een grote die vooral lucht staat te koelen. Voor het milieu is het beter om oude koelkasten te recyclen dan ze naar de kringloopwinkel te brengen.

3 Milieuvriendelijke uitvindingen

Industrieproducten verduurzamen kan niet zonder onderzoek en ontwikkeling (research & development). Maar niet in alle landen zijn bedrijven en wetenschappers even intensief bezig met het ontwikkelen van milieuvriendelijke oplossingen. Een indicator daarvoor is het percentage gepatenteerde 'groene' uitvindingen. In Europa scoren vrijwel alle landen op dat punt beter dan Nederland.

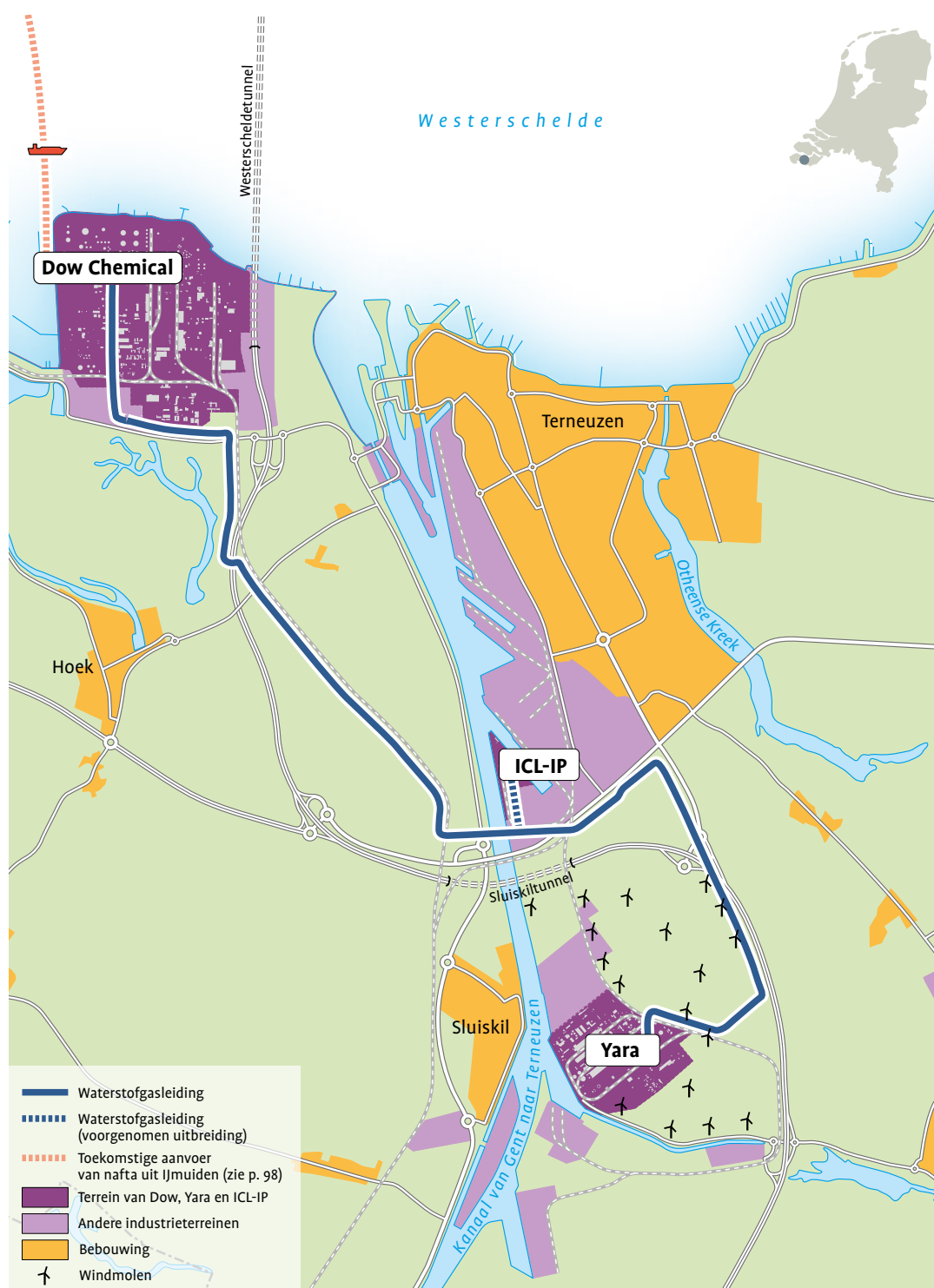
3 Groene patenten



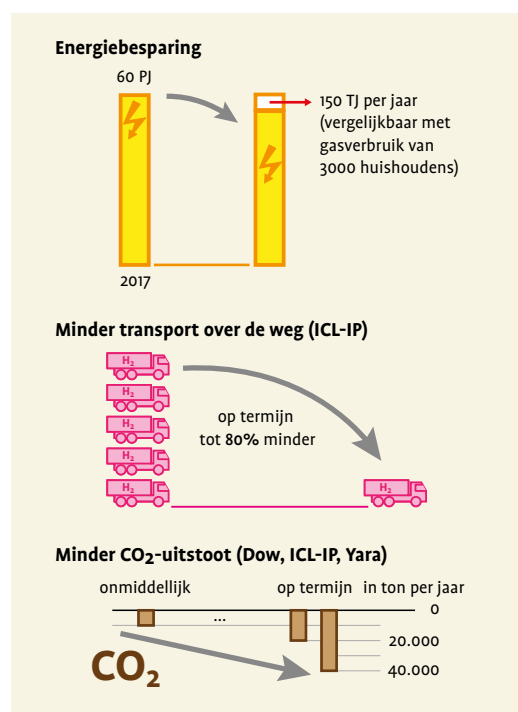
Waterstofnetwerk in Zeeland

Als het gaat over duurzaamheid, gaat het ook al snel over waterstof (H_2). Velen zien dit gas als dé energiedrager van de toekomst. Minder bekend is dat waterstof ook een belangrijke chemische grondstof is. Op dit moment wordt het veelal gemaakt van aardgas. Dat is een fossiele grondstof, dus daarbij komt CO_2 vrij. De chemische industrie in Zeeland wil daarom slimmer met waterstof omgaan. In Zeeland zijn namelijk ook chemische bedrijven die waterstof als restproduct overhouden. De eerste pijpleiding om de overtollige waterstof naar de waterstofgebruiker te brengen, is inmiddels gerealiseerd. En dat is nog maar het begin van een veel omvangrijker waterstofnetwerk.

1 Waterstofgasleiding



2 Voordelen van de Zeeuwse H_2 -pijpleiding

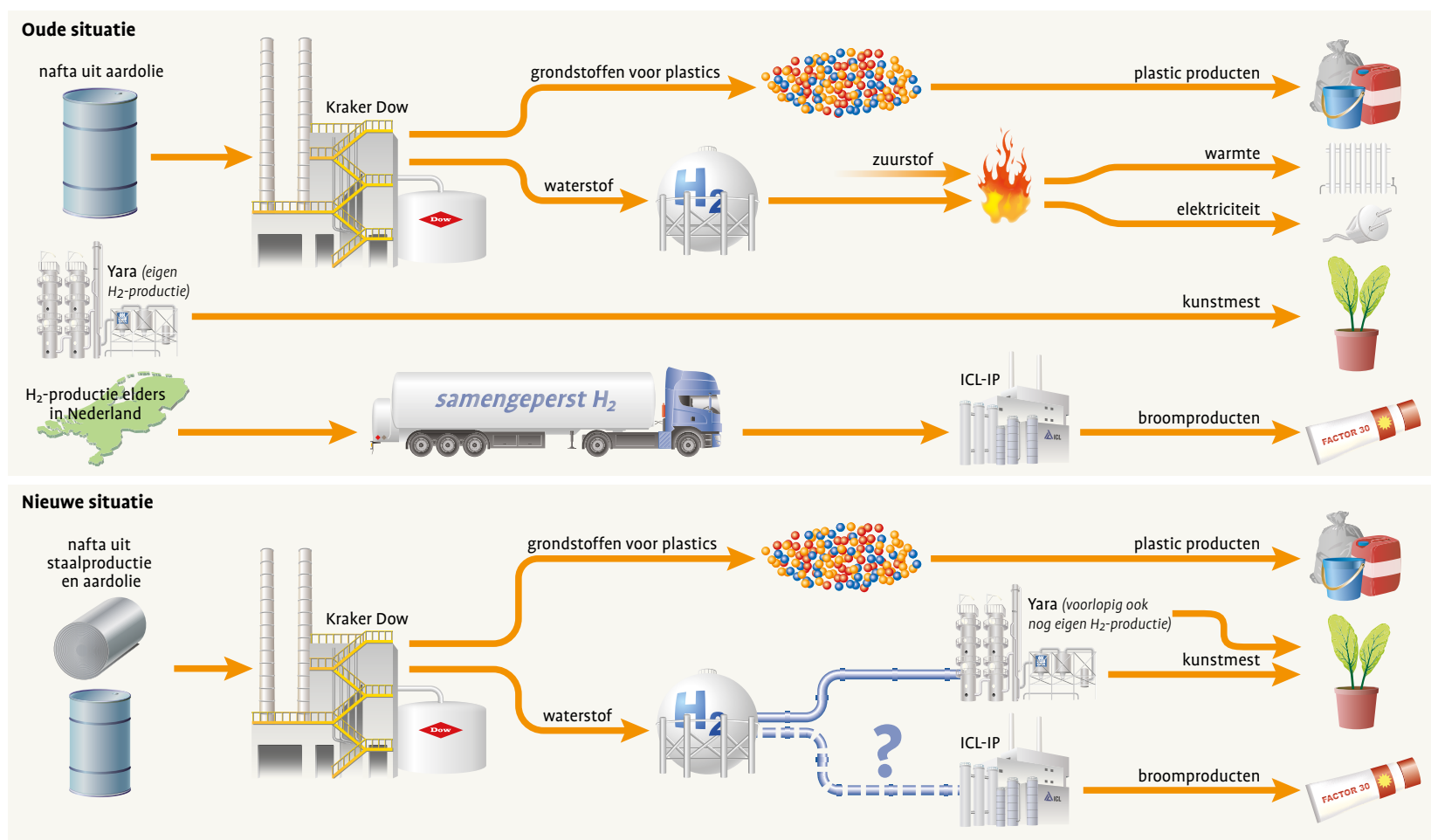


1 - 3 Samenwerken in de chemie

De grootste chemische installatie van Zeeland staat in Terneuzen. Met behulp van drie enorme 'krakers' breekt Dow Chemical daar aardolieproducten als lpg en nafta af tot kleinere bouwstenen, zoals etheen, propaan en benzeen. Die worden onder andere gebruikt voor de vervaardiging van kunststoffen. Een bijproduct van kraken is waterstof. Tot nog toe werd dit restant deels verbrand, wat vooral warmte voor het eigen productieproces oplevert. Maar bedrijven elders in de regio hebben juist waterstof nodig. Bijvoorbeeld Yara in Sluiskil. Deze kunstmestproducent maakte tot voor kort

al zijn waterstof zelf. Sinds 2018 zijn Dow en Yara echter verbonden door een gasleiding die de waterstof van Terneuzen naar Sluiskil vervoert. Daarbij is een bestaande aardgasleiding hergebruikt, die anders overbodig zou zijn geweest. Mogelijk wordt ook ICL-IP aangesloten op de leiding. Dit bedrijf maakt producten waar broom in zit, variërend van vlamvertragers en ontvetters tot geneesmiddelen. De aanvoer van waterstof gaat nu nog per vrachtwagen. Als deze aansluiting doorgaat, realiseren de Zeeuwen een besparing van in totaal 40.000 ton CO_2 , vergelijkbaar met een derde van de huidige uitstoot van alle huishoudens in de gemeente Terneuzen.

3 Waterstof – van brandstof tot grondstof



4 - 5 Samenwerken in Zeeland

De waterstofleiding van Terneuzen naar Sluiskil staat niet op zichzelf. In 2014 hebben enkele grote bedrijven in Zeeland, Oost-Vlaanderen en West-Brabant zich verenigd in de *Smart Delta Resources* (SDR). Dit samenwerkingsverband ontwikkelt regionale plannen voor de vergroening van de industrie. Doel is om de CO₂-uitstoot in 2050 te verminderen met zo'n 18 megaton. Waterstof gaat daarbij een belangrijke functie vervullen. Met elektriciteit van windmolens op zee wil Zeeland grote hoeveelheden CO₂-neutrale waterstof gaan produceren. Een 'waterstof-

rotonde' zorgt vervolgens voor distributie naar de bedrijven die waterstof gebruiken als grondstof of als groene energiedrager. Met waterstof uit de rotonde en CO dat wordt gevormd als bijproduct van de staalfabricage bij Zelzate, wil Dow in de toekomst op grote schaal circulaire chemische producten gaan maken met behulp van hernieuwbare grondstoffen en groene energie. De restwarmte van de procesvoering kan worden gebruikt om CO₂ af te vangen voor ondergrondse opslag of als grondstof voor andere processen. Deze restwarmte is ook inzetbaar als warmtebron voor de gebouwde omgeving.

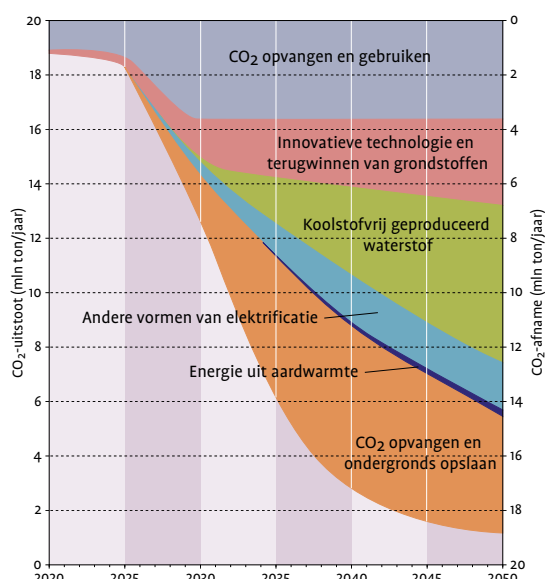
6 Waterstofnetwerk door Nederland

In Nederland wordt vooral 'grijze' waterstof geproduceerd. Het wordt langs chemische weg onttrokken aan aardgas, waarbij CO₂ ontstaat. Als de CO₂ wordt afgevangen en ondergronds opgeborgen, komen er geen broeikasgassen vrij en is de waterstof 'blauw', oftewel duurzamer. Een andere methode splitst water in zuurstof en waterstof. Deze 'elektrolyse' kost veel elektrische energie, maar als die duurzaam wordt opgewekt, is deze waterstof 'groen', oftewel volledig duurzaam. Waarschijnlijk zullen pijpleidingen door heel Nederland waterstof gaan transporteren.

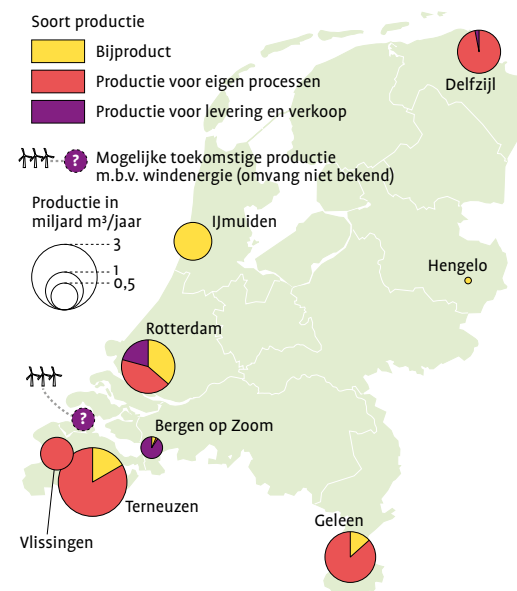
4 Smart Delta Resources



5 CO₂-vermindering 2020-2050

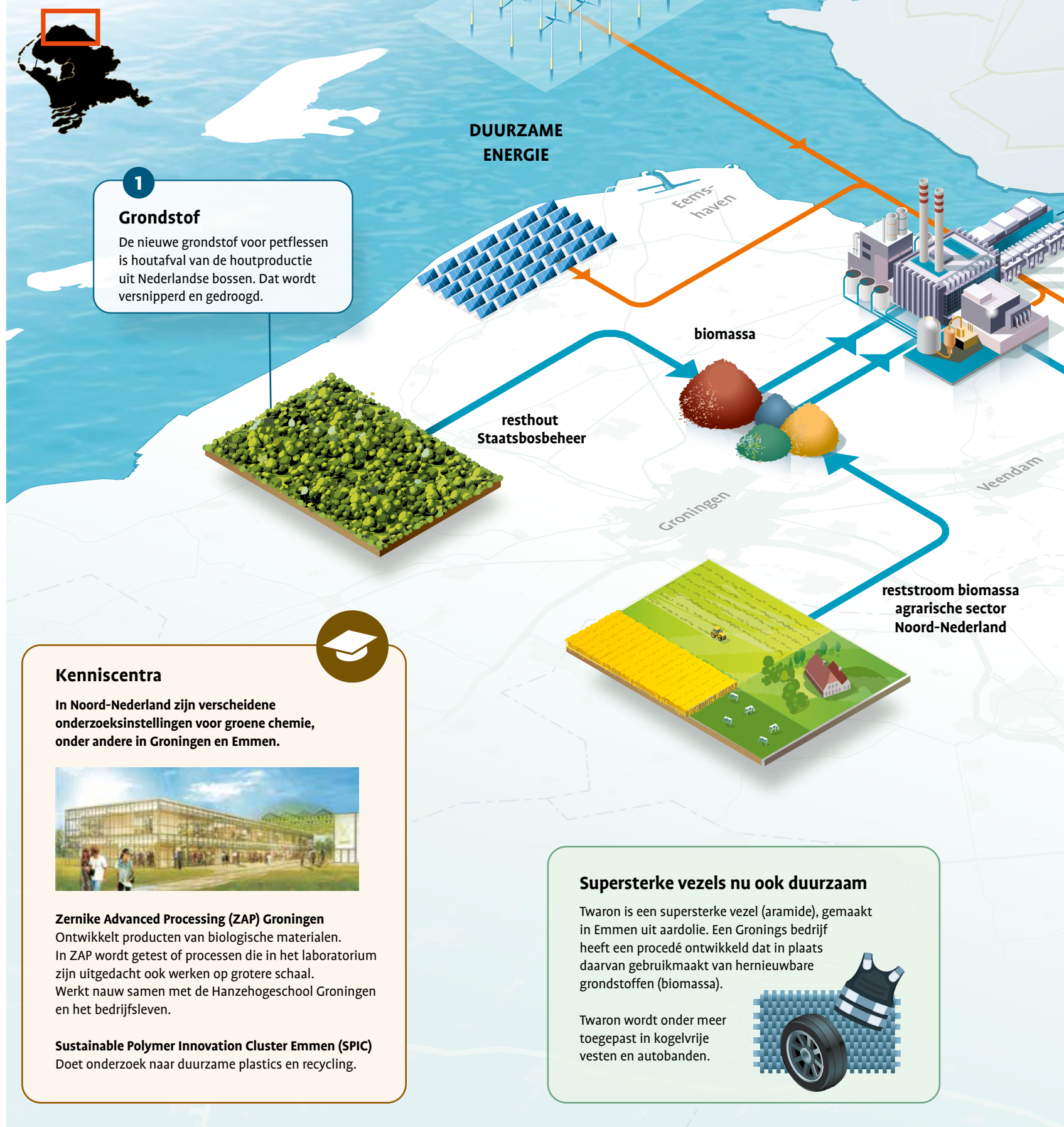


6 Huidige waterstofproductie



Groene chemie in Noord-Nederland

Nog altijd zijn aardolie en aardgas de belangrijkste grondstoffen in de chemie. Maar ze zijn niet hernieuwbaar en zorgen voor CO₂-uitstoot. Daarom werkt de chemie in Noord-Nederland aan vergroening. Petflessen en andere producten worden hier in de toekomst gemaakt van restproducten van bos- en akkerbouw. Met uitsluitend groene energie.



2

Bouwstenen voor de chemie

Op basis van groene grondstoffen worden bouwstenen voor de chemie gemaakt, zoals azijnzuur, melkzuur, methanol, glycol en suikers (de basis van 'groene' pet).

Behalve voor petflessen worden deze basischemicaliën gebruikt voor producten als verf, lijm, schuimrubber en biobrandstof.

**CHEMICAL
CLUSTER
DELFIJL**

3

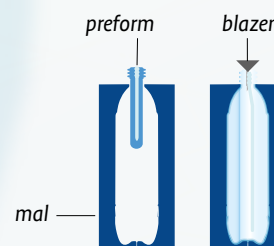
Het maken van polymeren

De bouwstenen uit Delfzijl worden gecombineerd tot polymeren, waaronder **pet** (polyethyleen-tereftalaat).

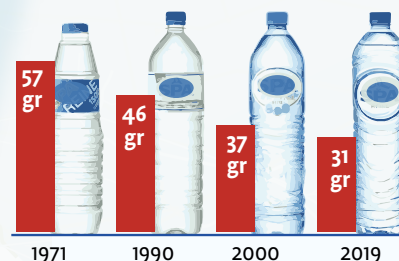
Polymeren worden toegepast in flessen en andere verpakkingen, mobieltjes, auto's, enz.



Een petfles wordt in een mal geblazen uit een preform: een dik plastic buisje met de schroefdraad al in de definitieve vorm.



De petfles is in de loop der jaren de helft lichter geworden. Voordelen: minder materiaal en minder vervuiling door transport.



**CHEMICAL
CLUSTER
EMMEN**

bioplastics

Emmen

recycling

4

Recycling van pet

Huidige methode

Alleen van transparante petflessen (vermalen en gesmolten tot rPET) zijn weer nieuwe transparante petflessen en verpakkingen te maken.



Nieuwe methode

Door CuRe-technologie (o.a. depolymerisatie en ontkleuring) zijn nu ook vervuilde petverpakkingen en polyester textiel te recycleren tot transparante korrels. Bruikbaar voor vele toepassingen.



Naar een CO₂-neutrale staalproductie

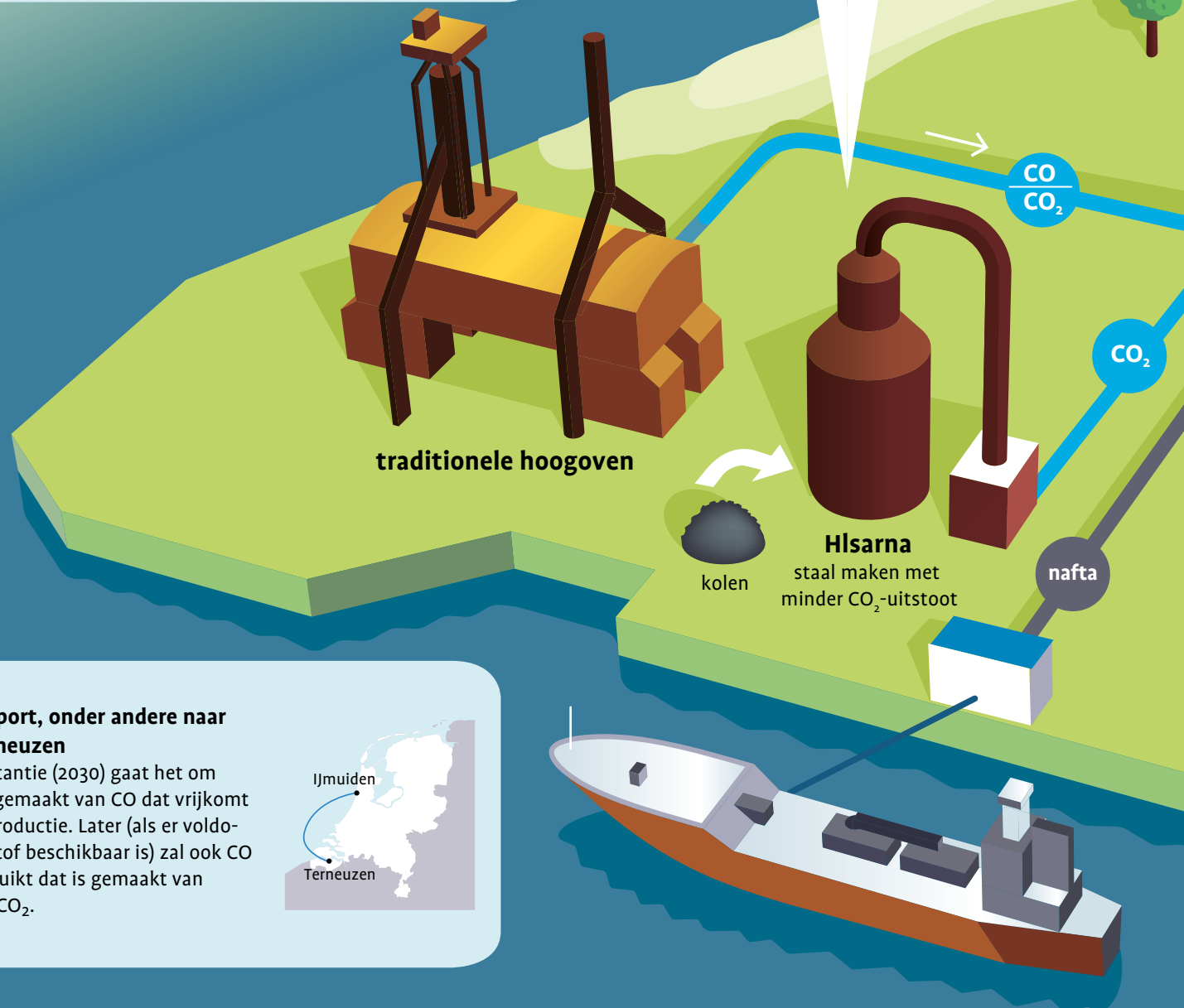
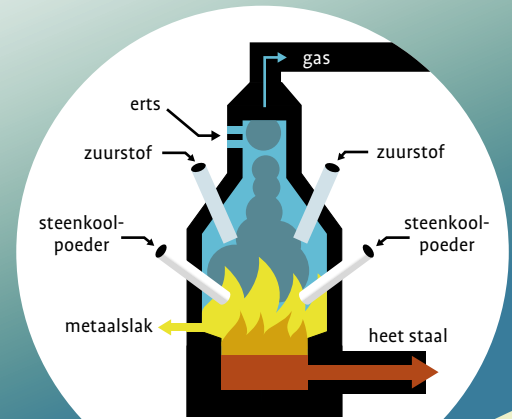
Staal is op zichzelf een duurzaam product, dat volledig recyclebaar is. Maar omdat er nog onvoldoende staal beschikbaar is om te recyclen, is ook nieuw staal nodig. Bij de productie daarvan komt veel kooldioxide (CO₂) vrij. In 2017 ging als gevolg van de staalproductie in IJmuiden

in totaal 12,6 megaton CO₂ de lucht in, ofwel 7,7% van de gehele Nederlandse uitstoot. Door de inzet van nieuwe productiemethoden hoopt Tata Steel in 2050 geen CO₂ meer uit te stoten.

Hlsarna: minder CO₂

Op dit moment experimenteert Tata Steel met Hlsarna, een nieuwe manier om staal te maken met veel minder CO₂-uitstoot. Hlsarna levert ook zuiverder CO₂ op, dat zich beter leent voor CCS (Carbon Capture and Storage) en later CCU (Carbon Capture and Utilization). Naar verwachting zal Hlsarna rond 2030 een deel van de productie met traditionele hoogovens kunnen vervangen. Hlsarna is een samenstelling van 'Hismelt' (de naam van het smeltvat) en 'Isarna' (oud-keltisch voor ijzer).

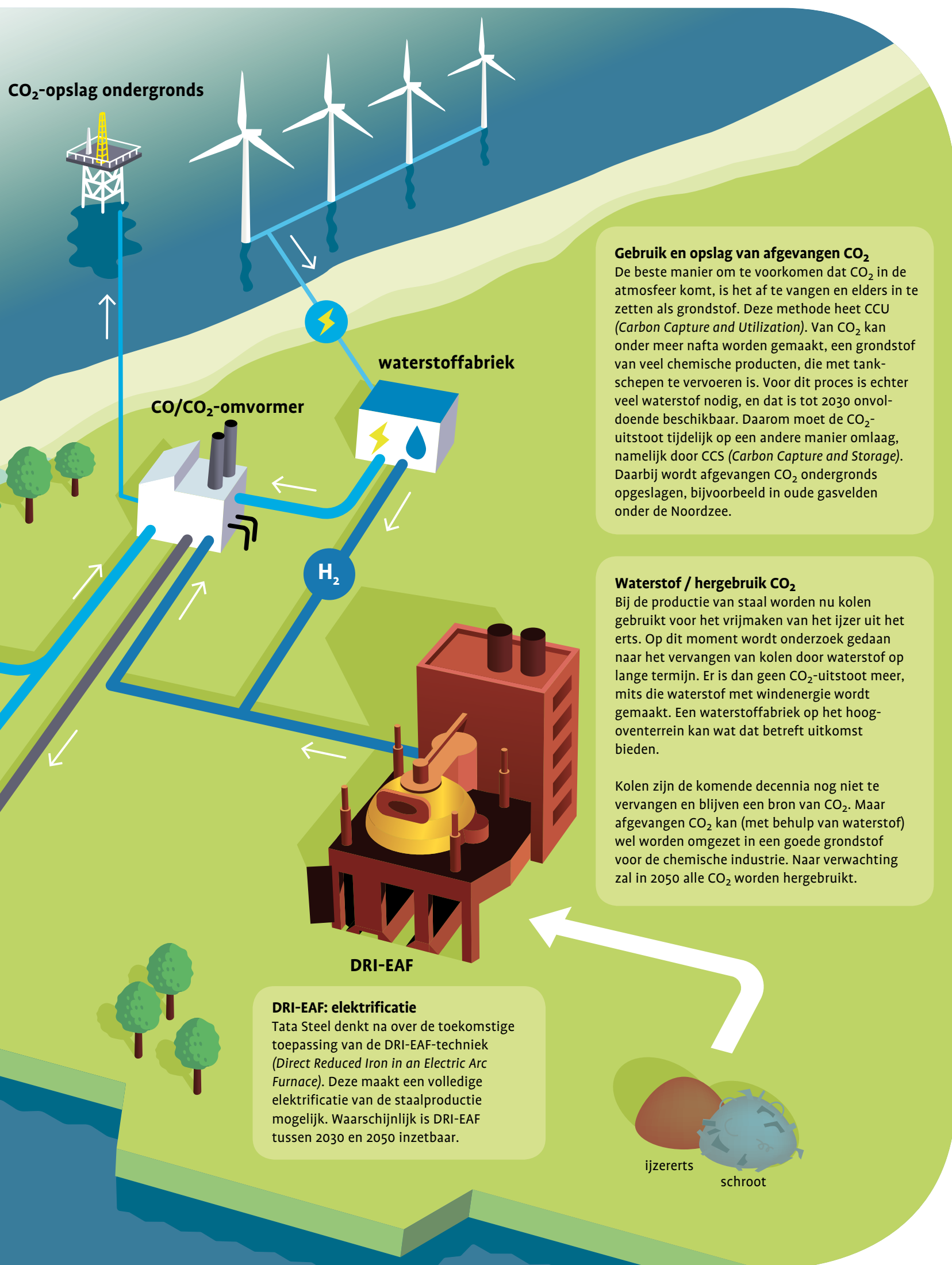
Erts wordt bij hoge temperatuur in een cycloon vloeibaar gemaakt. Het druppelt op de bodem van de reactor waar het met steenkoolpoeder reageert tot vloeibaar ruwijzer. Dit is het basismateriaal voor de productie van hoogwaardig staal. Het uitgestoten gas is geconcentreerde CO₂.



Naftatransport, onder andere naar Dow in Terneuzen

In eerste instantie (2030) gaat het om nafta dat is gemaakt van CO dat vrijkomt bij de staalproductie. Later (als er voldoende waterstof beschikbaar is) zal ook CO worden gebruikt dat is gemaakt van afgevangen CO₂.





Voedsel

Barometer 102

Effecten op klimaat, milieu en natuur 104

Minder voedsel verspillen 106

Gezond en duurzaam eten 108

Naar een duurzame zuivelproductie 110

Eten en drinken is niet alleen lekker, het is een van de primaire levensbehoeften van de mens. De productie van genoeg voedsel voor de hele wereldbevolking legt echter een groot beslag op de beschikbare ruimte en heeft flinke effecten op klimaat, milieu en biodiversiteit. Zowel producenten als consumenten kunnen hier iets aan doen. Boeren kunnen bijvoorbeeld *efficiënter* produceren, door hun opbrengst per hectare te vergroten, en *zorgvuldiger* produceren, door het effect op de biodiversiteit te minimaliseren. Consumenten kunnen op hun beurt minder eten, meer plantaardige en minder dierlijke producten consumeren, en minder voedsel verspillen. Het begin is er: steeds meer mensen zien in dat gezond eten vaak ook duurzaam is. Minder verspillen blijkt lastiger. Ondanks veel voorlichting gooit iedere Nederlander jaarlijks 41 kilo eten en 57 liter drinken weg. De afgelopen jaren lijkt dit wel iets af te nemen.



Uitsnede Panorama Nederland

College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

7

Barometer > Voedsel

Voedselproductie is een pijler van de Nederlandse economie. De voedings- en genotmiddelenindustrie is de grootste industrietak van het land en Nederland is na de VS de grootste exporteur van landbouwproducten ter wereld. Veel groente, vlees en zuivel gaat de grens over, maar het ruimtebeslag en de effecten op klimaat, milieu en natuur vinden vooral hier plaats.

Gelukkig kopen Nederlanders steeds meer duurzaam eten. Voor het achtste jaar op rij steeg de omzet van producten met een onafhankelijk gecontroleerd duurzaamheidskeurmerk. Ook de omzet van vleesvervangers stijgt, zij het minder snel. Hardnekkiger is het probleem van voedselverspilling: iedereen koopt of kookt wel eens te veel. En een appel met een bruin plekje laten we allemaal weleens liggen. Met enkele eenvoudige veranderingen kan voedselverspilling flink afnemen.



Bijna iedereen gooit wel eens eten weg. Waarom?

Milieu- en diervriendelijke kippenstal



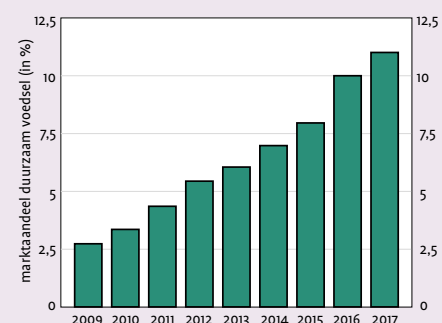
In een duurzame kippenstal wordt fijnstof uit de lucht gefilterd, kunnen kippen vrij uitlopen en bestaat het voer uit resten, zoals oud brood. Dat is goed voor mens, dier én milieu.

Meer dan de helft van Nederland is
in gebruik voor voedselproductie

Agrarische bedrijven
In 2018 waren er in Nederland
53.906 land- en tuinbouwbedrijven.

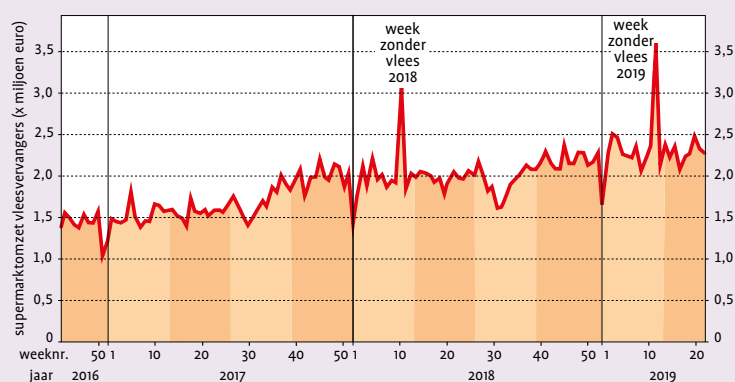
-  Akkerbouw
-  Tuinbouw
-  Blijvende teelt
-  Graasdieren
-  Hokdieren
-  Combinatiebedrijven

Elke stip is één bedrijf.



Stijgende populariteit
duurzaamheids-
keurmerken

We eten
steeds meer
vleesvervangers



Effecten op klimaat, milieu en natuur

Bij het produceren, vervoeren en bereiden van voedsel komen er broeikasgassen in de atmosfeer. Ongeveer 40% van de uitstoot van broeikasgassen van voedsel is toe te schrijven aan de consumptie van vlees, en in mindere mate aan die van vis. Met zuivel en eieren erbij, loopt dit percentage op tot meer dan 60%. In de landbouw gaat het vooral om methaan en lachgas, en in mindere mate om CO₂. Ook de manier waarop akker- en tuinbouw nu plaatsvindt, heeft gevolgen voor het milieu. Meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen laten gewassen goed groeien en verhogen de opbrengst. Maar door nitraat en fosfaat gaat de biodiversiteit achteruit. Daarnaast zijn veel gewasbeschermingsmiddelen schadelijk voor insecten. Nederland heeft twee keer zoveel vruchtbare landbouwgrond nodig als er beschikbaar is in eigen land.

1 Negatieve effecten van voedselproductie

	Arbidsomstandigheden o.a. onvoldoende aandacht voor veiligheid en gezondheid
	Biodiversiteit o.a. aantasting van bodem, water, planten en dieren
	Dierenwelzijn o.a. weinig natuurlijk gedrag en onvoldoende ruimte
	Handelspraktijken o.a. oneerlijke prijzen en slechte sociale omstandigheden
	Emissies naar de lucht o.a. uitstoot van ammoniak en broeikasgassen, stank
	Energiegebruik o.a. bij produceren, bewaren en bereiden van voedsel
	Grondstoffen o.a. verbranden en storten van herbruikbare restanten
	Transport o.a. negatieve effecten op het milieu en de omgeving
	Bodem en water o.a. aantasting van de kwaliteit en watertekorten

1 - 2 Milieu-impact verkleinen

Voedsel produceren kan niet zonder energie, grondstoffen en water te gebruiken. En om het voedsel bij de consument te krijgen, moet het worden ingepakt en (gekoeld) getransporteerd. Er zullen dus altijd effecten zijn op klimaat, milieu en natuur. Zowel producenten als consumenten van voedsel kunnen deze effecten helpen verminderen. Agrariërs en industrieën bijvoorbeeld door minder fossiele energie en grondstoffen te gebruiken, minder schadelijke stoffen uit te stoten en minder afval te produceren. Consumenten kunnen bij hun voedselkeuzes rekening houden met de milieu-impact van voedingsproducten en met de milieubelasting door transport. Duurzame keuzes zijn bijvoorbeeld: water drinken en volkorenproducten gebruiken, aardappelen eten in plaats van rijst, en makreel in plaats van tonijn. Veel duurzame keuzes zijn ook nog eens gezonder.

2 Milieu-impact van voedselproducten

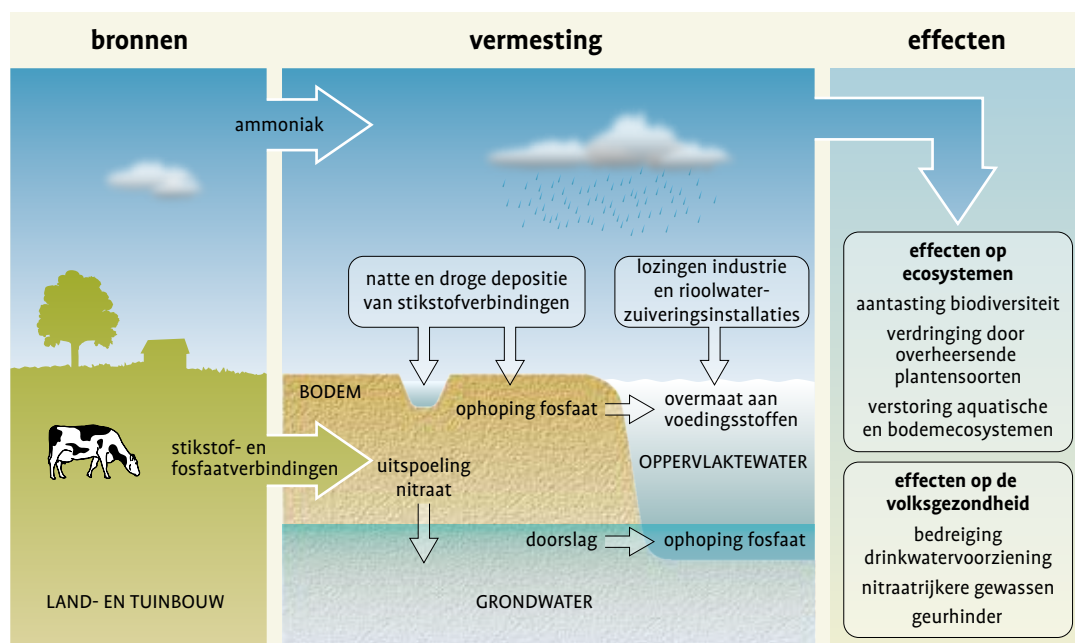
Portie 100 gr	Milieu-impact (1 wolke = 100 gr broeikasgas)	
Aardappelen	80 gr	
Volkorenbrood	110 gr	
Halfvolle melk	170 gr	
Bruine bonen (glas/blik)	190 gr	
Eieren	300 gr	
Vegetarische burger	320 gr	
Tofu	340 gr	
Kabeljauw	750 gr	
Kip	780 gr	
Varkensvlees	1110 gr	
Kaas (Gouda 48+)	1140 gr	
Biefstuk	5300 gr	

De milieu-impact betreft de gehele levenscyclus, van grondstofverbruik, transport en bereiding bij de consument thuis tot de uiteindelijke afvalverwerking van de verpakkingen en restproducten.

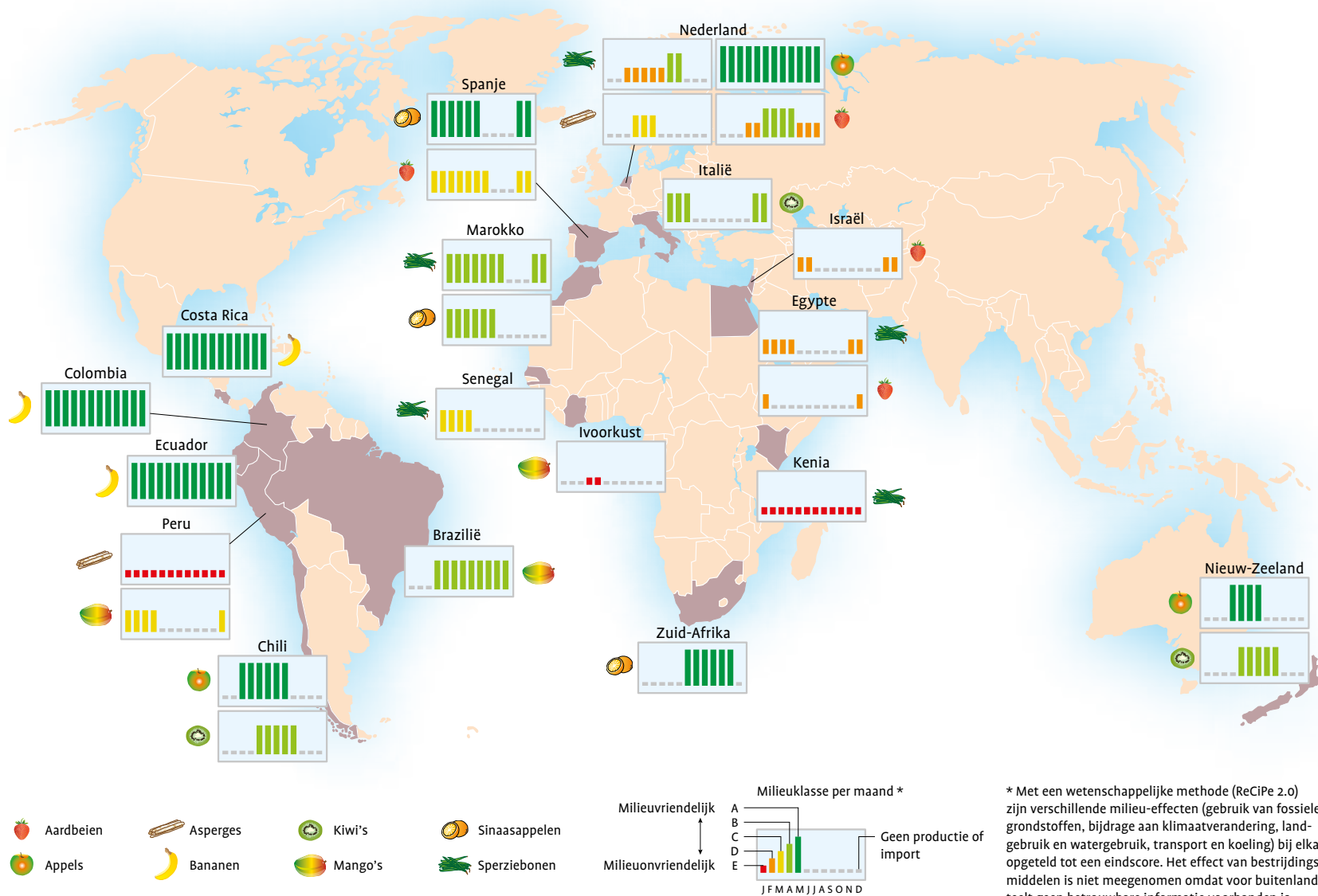
3 Nadelen van fosfaat en stikstof

Om gewassen beter te laten groeien, gebruiken boeren kunstmest en dierlijke mest. Hierin zitten mineralen zoals fosfaat, stikstof en kalium. De stikstof die niet door de planten wordt opgenomen, kan uitspoelen naar het grondwater of afspoelen naar het oppervlaktewater. Stikstof in de vorm van ammoniak, afkomstig uit de veehouderij, kan vanuit de lucht als 'vermestende depositie' neerslaan op de bodem. Ammoniak draagt daarnaast bij aan de vorming van fijnstof. Fosfaat en stikstof hebben nog meer nadelige effecten. Zo bevorderen ze ook de groei in de natuur. Als daardoor één of enkele soorten gaan overheersen, kan de biodiversiteit achteruitgaan. Bij een sterke groei van fytoplankton ('algenbloei') kunnen waterplanten verdwijnen door lichtgebrek en vissen sterven door zuurstofgebrek. Bij te hoge nitraatconcentraties is grondwater bovendien niet geschikt als grondstof voor drinkwater. Europese regelgeving moet het mestgebruik verminderen.

3 Effecten van nitraat en fosfaat op het ecosysteem en de volksgezondheid



4 Herkomst en milieuklasse van in Nederland geconsumeerde groente en fruit



4 - 5 Milieuvriendelijk fruit

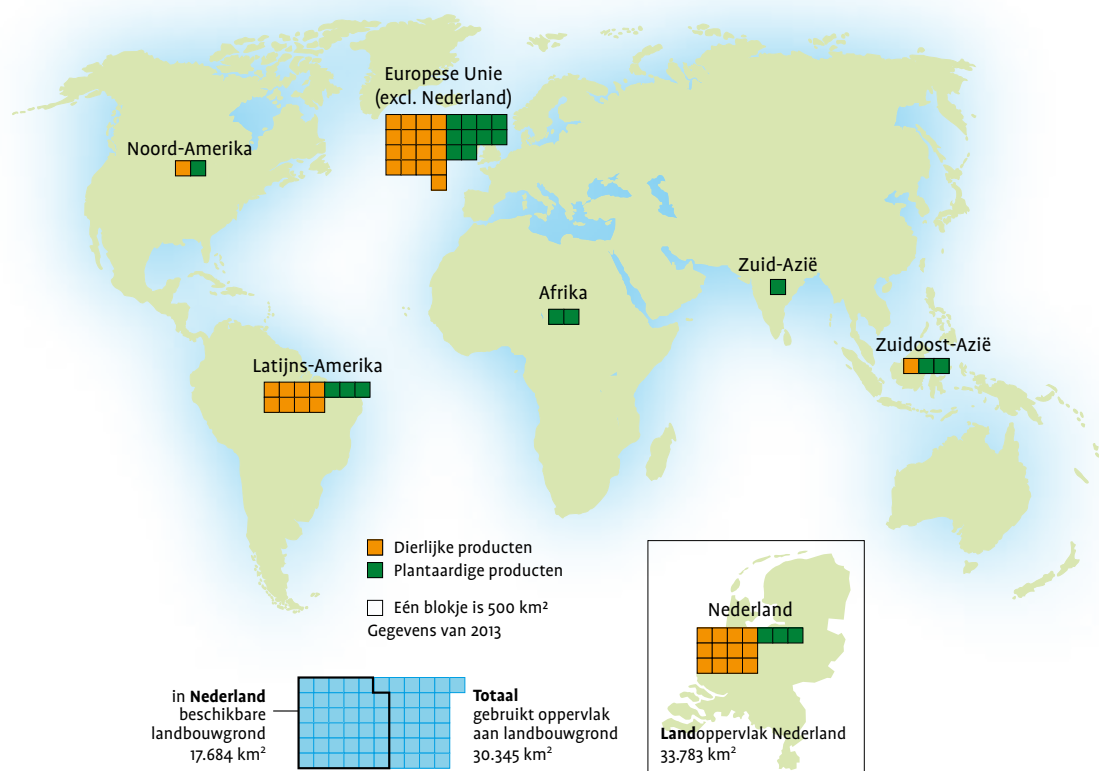
De milieubelasting van groente en fruit ontstaat onder meer door energiegebruik, landgebruik en waterstress (gebrek aan schoon drinkwater als in een droog gebied veel wordt geïrrigeerd).

Het energiegebruik is vooral groot voor teelt (landbouwwerktuigen, verwarming en meststoffen), opslag (koeling en verpakking) en transport (brandstofverbruik van vliegtuigen, schepen en vrachtwagens).

Er is relatief veel energie nodig voor fruit dat is geteeld in verwarmde kassen of is ingevlogen over lange afstanden. Maar wat van ver komt, is niet altijd slechter voor het milieu. Zo worden Marokkaanse sperziebonen in de openlucht verbouwd en energiezuinig vervoerd, en komen Nederlandse bonen in het voorjaar uit verwarmde kassen.

Ruim de helft van het Nederlandse landoppervlak is in gebruik voor voedselproductie. Maar dat is niet genoeg voor onze consumptie. Voor de totale consumptie van landbouwproducten door de Nederlandse bevolking is een oppervlak nodig dat bijna net zo groot is als het hele land, ruim anderhalf keer zo veel als alle Nederlandse landbouwgrond. Vooral voor de productie van vlees, zuivel en eieren (inclusief het telen van veevoer) is veel ruimte nodig.

5 Gebruik van landbouwgrond voor Nederlandse consumptie



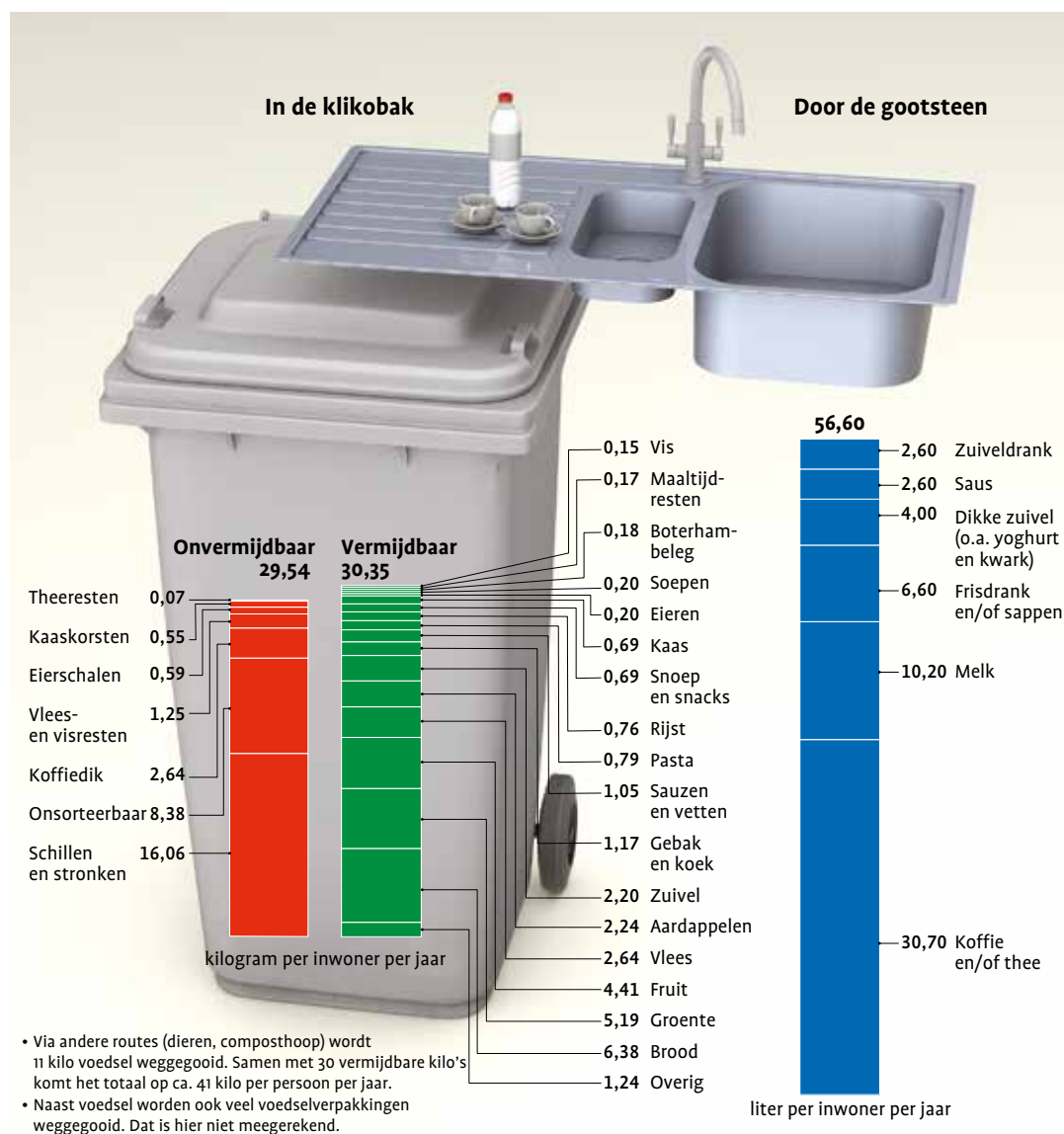
Minder voedsel verspillen

Jaarlijks gooit een gemiddelde Nederlander iets meer dan 40 kilo voedsel weg, een achtste deel van wat hij koopt. Daarvan bestaat het grootste deel uit bederfelijke waren zoals brood, zuivel, groente, fruit en vlees. 60% van het weggegooid eten belandt in afvalbak en gft-container, 30% in gootsteen en toilet en 10% wordt gevoerd aan dieren of eindigt op een composthoop. We spoelen 57 liter drinken door, voornamelijk koffie, thee en melk.

De productie van voedsel heeft negatieve effecten op klimaat en milieu. Bij verspilling pakt de balans helemaal ongunstig uit: wél milieubelasting, géén consumptie. Bovendien maken we voor dit verspilde voedsel onnodig kosten.

Ook in andere schakels van de voedselproductieketen gaat voedsel onnodig verloren. Vaak zijn bijvoorbeeld voedselrestanten nog wel geschikt voor gebruik. Zo gaan restpartijen uit de supermarkt naar de voedselbank en kromme komkommers naar de saladefabriek. En klikjes uit het restaurant gaan steeds vaker mee naar huis.

1 Hoeveel eten en drinken gooien we weg?



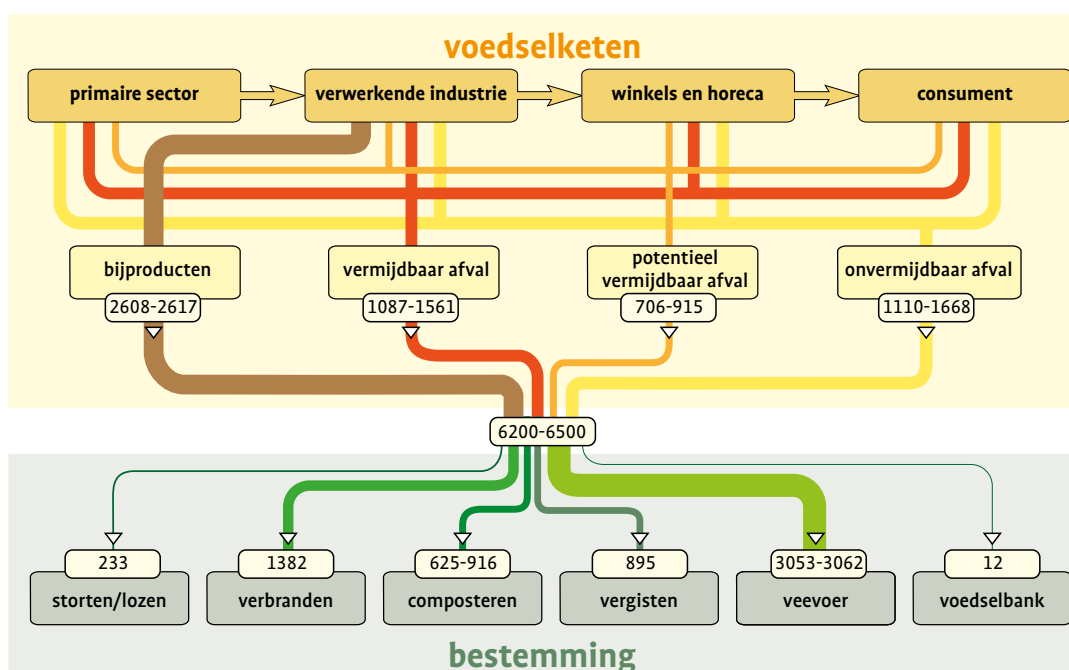
1 - 2 Vermijdbaar of niet vermijdbaar?

Van alle etensresten die Nederlanders weggooiden, is iets minder dan de helft onvermijdbaar, bijvoorbeeld koffiedik, schillen en stronken. De rest bestaat uit voedsel dat geschikt is voor consumptie, zoals aardappelen, brood, groente en fruit. Zulke voedselverliezen zijn vermijdbaar, bijvoorbeeld door op maat in te kopen.

Hoeveel iemand verspilt, blijkt samen te hangen met het inkomen en de grootte van het huishouden. Zo verspillen mensen die bovenmodaal verdienen twee keer zoveel voedsel als mensen die minder dan modaal verdienen. En huishoudens met (jonge) kinderen verspillen meer voedsel dan huishoudens zonder kinderen.

In alle onderdelen van de voedselproductieketen gaat (potentieel) vermijdbaar voedsel verloren. Per jaar gaat het in totaal om 1,8 tot 2,5 miljoen ton, waarvan een kwart bij de consument. Voedsel dat niet wordt verkocht, gaat voor een klein deel naar voedselbanken. Veevoer is verreweg de belangrijkste bestemming van niet geconsumeerd voedsel. Op de tweede plaats komt het verbranden van voedselresten.

2 Verspilling in de voedselketen



Alle waarden zijn uitgedrukt in miljoen kilo per jaar.

Gegevens 2016

3 Houdbaarheid na opening in koelkast en diepvries

KOELKAST

broodsalades: 3 dagen
groente in pot: 2 dagen
vruchten in pot: 1 week
ingelegd in zuur/olie in pot: 1 maand

jonge kaas: 1 week
oude kaas: 2 weken
plakken/geraspt/zachte kaas: 4 dagen

restjes: 2 dagen

vlees: 2 dagen
gemalen vlees: 1 dag
vleeswaren: 4 dagen
vis: 2 dagen


bladgroenten: 2 dagen
wortel, sperziebonen, broccoli: 4 dagen
witlof, bloemkool: 10 dagen
gesneden groente, rauwkost: 1 dag
zacht fruit: 3 dagen
hard fruit: 1 maand

DIEPVRIES

brood: 4 weken
restjes: 3 maanden
ijs: 1 jaar

rund-, kippenvlees: 9 maanden
varkensvlees: 4 maanden
magere vis: 6 maanden
vette vis: 3 maanden

ingevroren gekocht: 3 maanden
groente, fruit: 1 jaar



boter: 2 weken
halvarine, margarine: 4 weken
rauw ei: 4 weken
gekookt ei: 1 week

witte sauzen: 3 maanden
rode sauzen: 9 maanden

(karne)melk, yoghurt, vla, slagroom, sappen: 4 dagen

Tips om verspilling te voorkomen

- Controleer regelmatig de inhoud van je koelkast, vriezer en voorraadkast, zodat je alles op tijd op maakt.
- Maak een slim boodschappenlijstje, inclusief hoeveelheden.
- Let op de houdbaarheidsdatum, zeker bij bederfelijke producten. En gebruik bij producten met een THT-datum (ten minste houdbaar tot) vooral ook je zintuigen!
- Bewaar bederfelijk eten in de koelkast bij 4 °C.
- Weeg hoeveelheden aardappelen, pasta en rijst af voor je gaat koken. Zo maak je niet te veel.

Alle vermelde houdbaarheidstermijnen gaan uit van geopende verpakkingen of producten zonder houdbaarheidsdatum.

Diepvries: gekocht of zelf ingevroren.

3 Koken en inkopen op maat

Voedselverspilling tegengaan kan door eten en drinken op maat in te kopen, bijvoorbeeld met een boodschappenlijstje. Precies genoeg koken kan door met een maatbeker de juiste porties af te passen. Producten die snel bederven, zoals brood, kun je prima invriezen. En heb je eten in huis dat tegen de houdbaarheidsdatum aanzit, dan kun je proberen dat allemaal in één maaltijd te verwerken. Ook op de juiste manier bewaren helpt. Eten blijft dan langer goed en bacteriën groeien minder snel. Sommige producten moet je in de koelkast bewaren, andere, zoals uien, knoflook en avocado, juist liever niet.

4 Komkommer in plastic verpakking



4 Dilemma: verpakken of verspillen?

Het lijkt onzinnig, zo'n in plastic verpakte komkommer, paprika of wortel. Een verpakking levert immers afval op en het kost energie en grondstoffen om hem te maken. Maar het folie zorgt er ook voor dat groente langer vers en lekker blijft. Per saldo is het gunstiger voor het milieu om voedsel te verpakken. Doordat er minder verloren gaat, hoeft minder groente te worden geproduceerd. En rijden er ook minder vrachtwagens heen en weer tussen winkels en producenten. Alles bij elkaar scheelt dat veel energie en grondstoffen. Eet je de groente binnen enkele dagen op, dan is onverpakt toch beter.

Gezond en duurzaam eten

Wie eet volgens de Schijf van Vijf krijgt genoeg gezonde voedingsstoffen binnen: vezels en vitaminen uit groente en fruit, koolhydraten uit graanproducten en aardappelen, eiwitten uit zuivel, vlees en vis, en vetten uit oliën en

margarine. Wil je ook de klimaatbelasting verkleinen, dan kun je ervoor kiezen om minder vlees te eten of duurzame keuzes maken, zoals aardappelen in plaats van rijst.

Hoeveel mag en kun je per dag eten om gezond te blijven?

Genoeg en gezond eten volgens de Schijf van Vijf, voor mensen van 19-50 jaar



Hoe kun je je voedselafdruk verkleinen? En hoeveel?

De uitstoot van broeikasgassen van vijf eetpatronen vergeleken

Andere voedselkeuzes

Eten volgens de Schijf van Vijf is niet vanzelfsprekend. Bijna twee derde van wat we eten bevat te weinig vezels of te veel zout, suiker of verzadigd vet. Naast koek, ijs, snoep en alcohol gaat het bijvoorbeeld om groenten uit blik, harde

vetten (roomboter, frituurvet), vleeswaren (worst, paté) en zoute nootjes. Door binnen de Schijf van Vijf andere keuzes te maken, kun je je voedselafdruk met ongeveer een derde verkleinen. Gezond eten is dan ook vaak duurzaam.

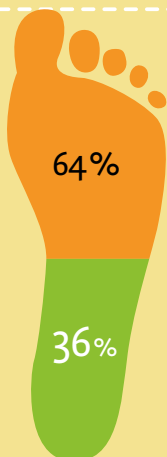
huidig
eetpatroon
(4,4 kg CO₂-eq/dag)



buiten Schijf
van Vijf

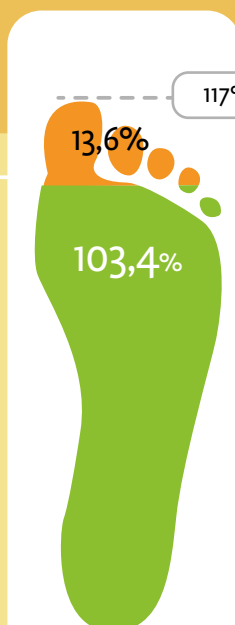


binnen Schijf
van Vijf



eetpatroon gemiddelde
vrouw (19-50 jaar)

1



maximaal 500 g
vlees per week

2



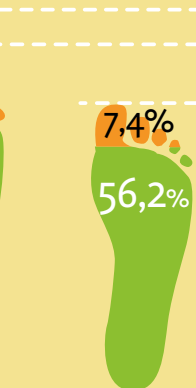
duurzame
keuzes

3



geen
vlees

4



duurzame keuzes
én geen vlees

5

100%

84%

76,3%

63,6%

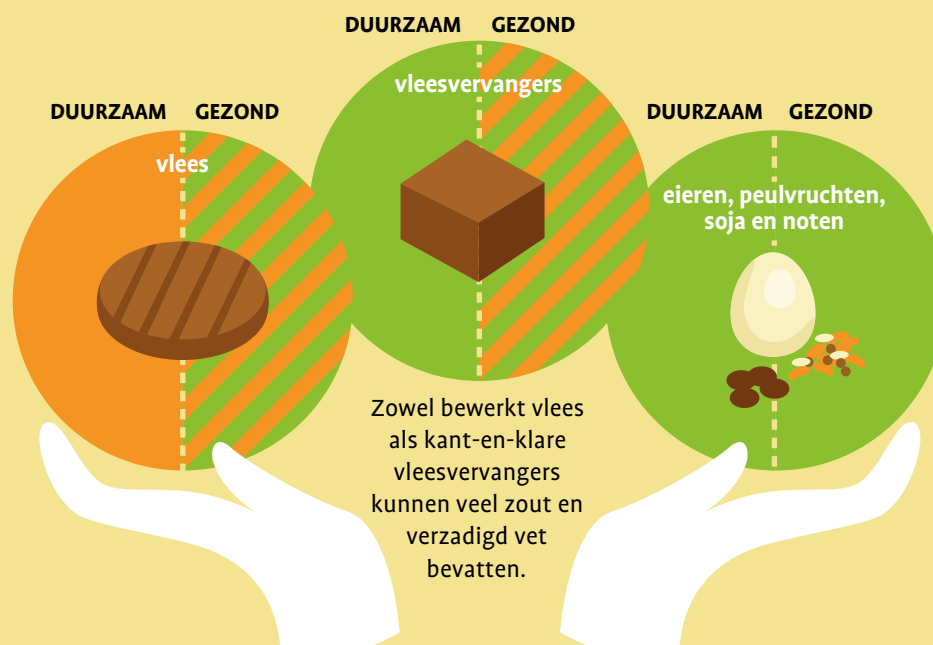
Minder suiker, grotere voedselafdruk

Dit eetpatroon (2) heeft een grotere voedselafdruk dan het huidige (1). De extra groente, fruit, granen, noten en peulvruchten dragen meer bij aan de voedselafdruk dan de suikerhoudende producten die je laat staan.

Voorbeelden van duurzame keuzes: groente en fruit uit de regio en van het seizoen, wit vlees (kip) i.p.v. rood vlees (rund, varken), water i.p.v. koffie, frisdrank of vruchtensap, makreel i.p.v. tonijn, aardappelen i.p.v. rijst, verse kaas i.p.v. oude kaas en walnoten i.p.v. cashewnoten.

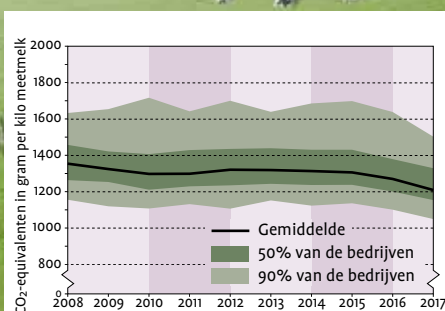
Minder vlees, maar wat dan?

De Gezondheidsraad adviseert om minder dierlijke en meer plantaardige producten te eten. Plantaardige vleesvervangers passen prima in een eetpatroon met weinig of helemaal geen vlees. Ze bevatten meer vezels en vaak dezelfde voedingsstoffen als vlees: eiwit, ijzer, vitamine B1 en/of vitamine B12. Dat geldt ook voor eieren, peulvruchten, soja en noten. Hiermee vergeleken zijn veel kant-en-klare vleesvervangers minder gezond, omdat ze meer zout en verzadigd vet bevatten. Een gezonde keuze is tegelijk duurzaam. Plantaardige eiwitbronnen en vleesvervangers hebben beide een lagere milieu-impact dan vlees: voor de productie is minder land en water nodig en komen er minder broeikasgassen vrij.



Naar een duurzame zuivelproductie

Veel Nederlanders gebruiken elke dag zuivelproducten als melk, kaas en yoghurt. En niet zonder reden: zuivel bevat veel voedingsstoffen die iedereen nodig heeft. Maar bij melkproductie komen relatief veel broeikasgassen vrij. Melkveehouders proberen die uitstoot te verminderen door ander veevoer te gebruiken, en meer voer van eigen land. Andere maatregelen zijn: energie besparen, groene energie opwekken en bestaand grasland benutten om koolstof uit de lucht in de bodem vast te leggen.

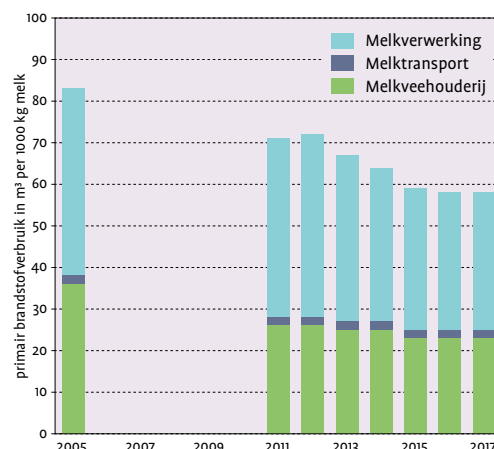


Broeikasgassen

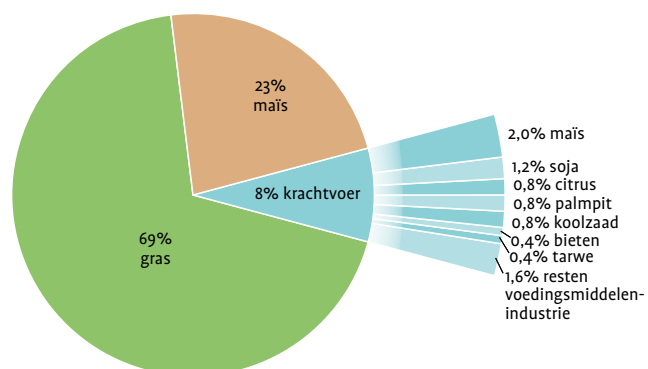
Bij de spijsvertering van koeien ontstaat het broeikasgas methaan vrij. En bij de bemesting van het weiland het eveneens krachtige lachgas. Dit zijn natuurlijke processen. Toch zijn Nederlandse boeren er de afgelopen jaren in geslaagd de gemiddelde uitstoot per kilo melk met meer dan 10% te verlagen onder andere doordat hun koeien meer melk zijn gaan geven. Maatregelen om de komende jaren de uitstoot verder te verlagen: aanpassen van de voersamenstelling, minder vaak grasland vernieuwen en mest verwerken op eigen grond.

Energiebesparing en -productie

De zuivelsector wil in 2030 energieneutraal zijn. Sinds 2005 is de energiebehoefte per geproduceerde kilo melk al met ruim 30% gedaald. Met nieuwe technieken verlagen de boeren het energieverbruik nog verder. Zo benut het merendeel van hen de warmte van melk met een warmteterugwininstallatie (WTW). En met mestvergisters kan uit koemest biogas (groen gas) worden gehaald. Daarnaast produceren melkveehouders zelf steeds meer wind- en zonne-energie.



Wat eet een koe?



Grondgebonden melkveehouderij

Een koe eet dagelijks ca. 60 kilo voedsel: gras, maïs en krachtvoer. Eiwit is een onmisbare voedingsstof voor dieren, ook voor de koe. De melkveehouderij wil in 2030 'grondgebonden' zijn. Dit betekent onder andere dat de eiwitten dan voor minstens 65% van eigen grond komen, of uit de directe omgeving. Gras en gewassen van eigen grond krijgen een groter aandeel in het voedselpatroon, niet-Europese eiwitbronnen, zoals sojashroet, een kleiner aandeel. Ook mest wordt zoveel mogelijk verwerkt op eigen land of in de omgeving. Uiteindelijk doel: een gesloten kringloop.



Vervoer

Barometer 114

Elektrisch rijden 116

Verminderen uitstoot vliegverkeer 118

Duurzaamheid in weg- en waterbouw 120

Fietsen voor het klimaat 122

Met de stijgende welvaart neemt ook de mobiliteit toe. Nederlanders reizen voor hun werk, om vrienden en familie te bezoeken en om naar hun vakantiebestemming te gaan. Terwijl het aantal binnenlandse kilometers niet veel meer groeit en steeds vaker met een elektrisch voertuig wordt afgelegd (trein, fiets, auto), neemt het vliegverkeer naar het buitenland een hoge vlucht. Sinds de jaren zeventig verdrievoudigde het aantal vliegbewegingen. En de bestemmingen liggen steeds verder weg: het aantal vliegkilometers groeit drie keer zo snel als het aantal vluchten. Om de CO₂-uitstoot door al dit gereis te beperken, investeert de luchtvaartsector in zuinigere vliegtuigen en hernieuwbare biobrandstof. Intussen werkt Rijkswaterstaat aan duurzame weg- en waterverbindingen in eigen land: minder energie, minder grondstoffen en meer aandacht voor de natuur.



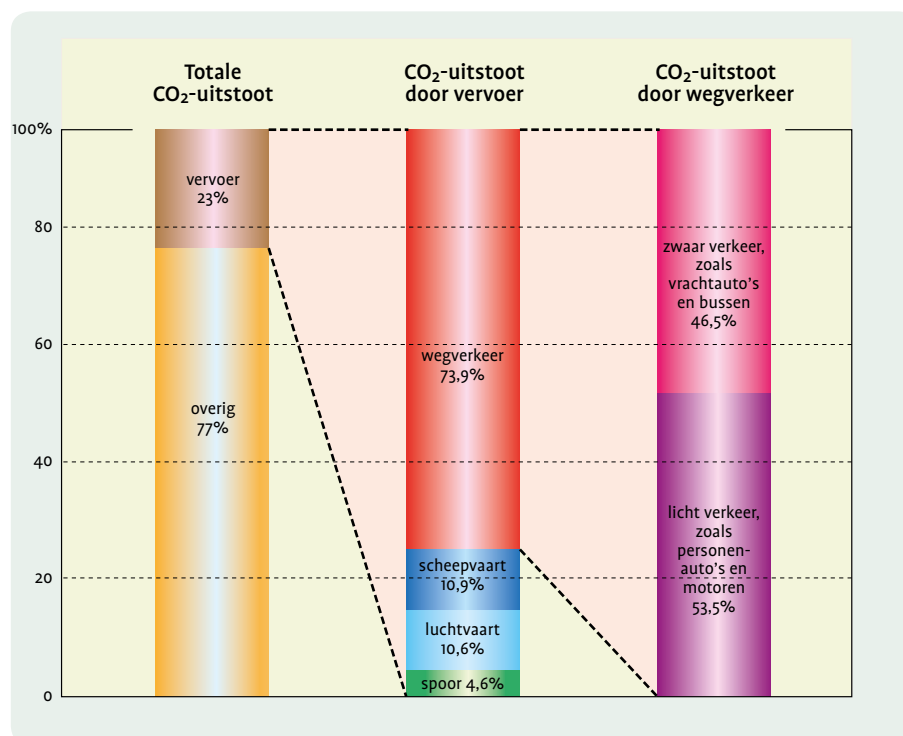
Uitsnede Panorama Nederland

College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

8

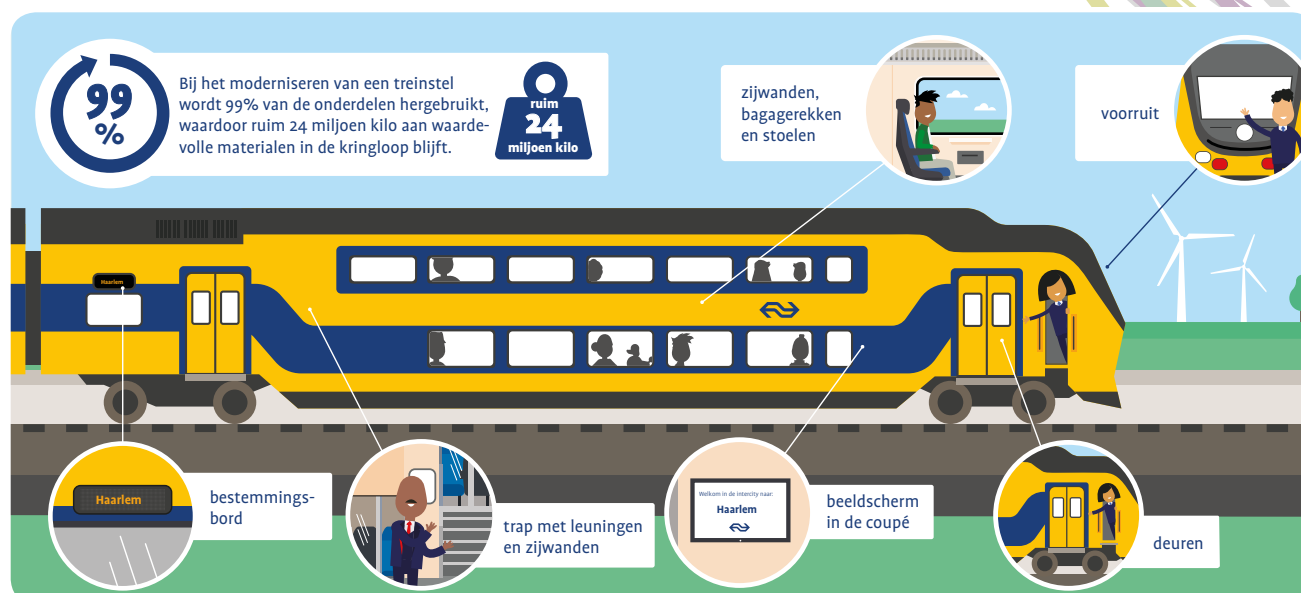
Barometer > Vervoer

Na industrie, energie en landbouw is vervoer wereldwijd de sector met de grootste uitstoot van broeikasgassen. De sector neemt bijna een kwart van het totaal aan CO₂ voor zijn rekening. De groei van de automobilititeit is in Nederland bescheiden: sinds 2012 groeit het aantal autokilometers met 0,25% per jaar. Het aantal treinkilometers groeide in 2017 drie keer zo snel, maar omdat de treinen in ons land op groene stroom rijden, levert dat geen CO₂-uitstoot op. Ook op een ander vlak zijn treinen duurzaam: 99% van de onderdelen van dubbeldeks-treinen wordt opnieuw gebruikt. Elektrisch rijden met de auto en op de fiets neemt ook snel toe. Het aantal auto's met een stekker ligt inmiddels boven de 150.000, in 2018 kwamen er 23.000 bij. En in 2018 werden voor het eerst meer elektrische fietsen verkocht dan gewone. Om al die elektrische voertuigen van stroom te voorzien groeit het aantal laadpunten snel.



Vervoer veroorzaakt een kwart van alle menselijke CO₂-uitstoot in de wereld

Dubbeldekkers krijgen een tweede leven

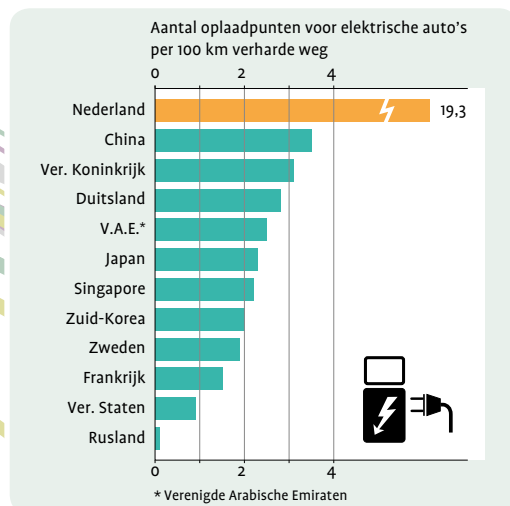
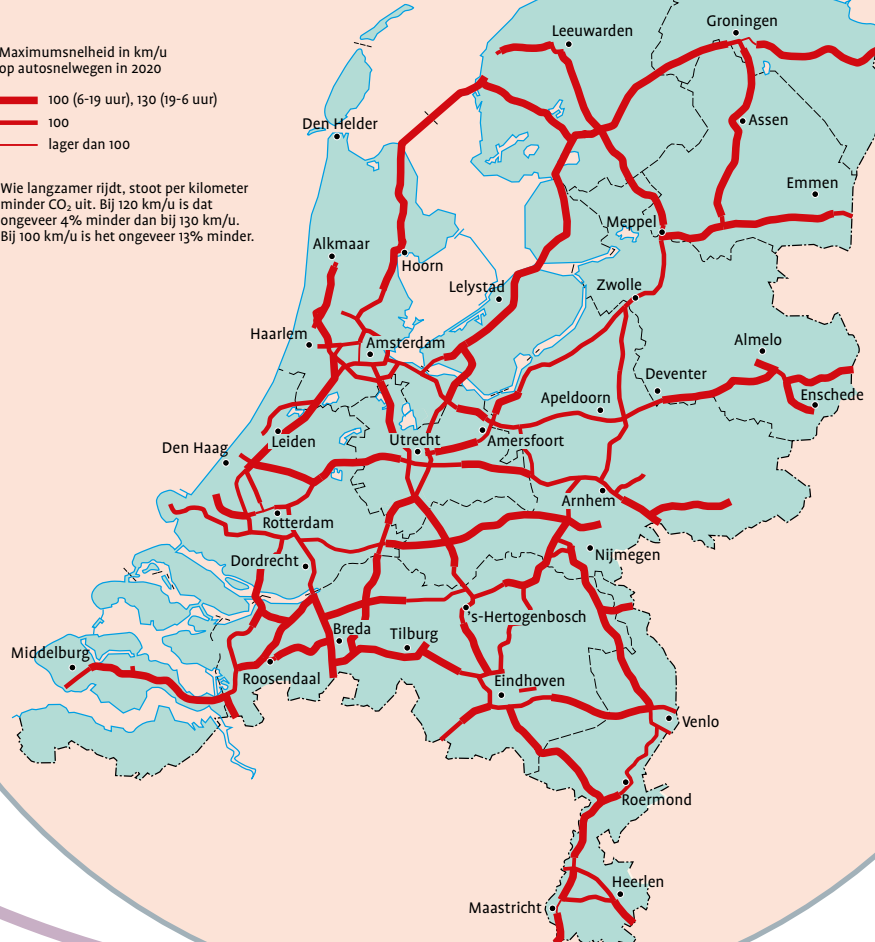


Maximumsnelheid overdag op alle autosnelwegen zo snel mogelijk naar 100 km/u

Maximumsnelheid in km/u op autosnelwegen in 2020

— 100 (6-19 uur), 130 (19-6 uur)
— 100
— lager dan 100

Wie langzamer rijdt, stoot per kilometer minder CO₂ uit. Bij 120 km/u is dat ongeveer 4% minder dan bij 130 km/u. Bij 100 km/u is het ongeveer 13% minder.



Grootste laadpalen-dichtheid ter wereld

In 2018
meer elektrische dan
gewone fietsen verkocht

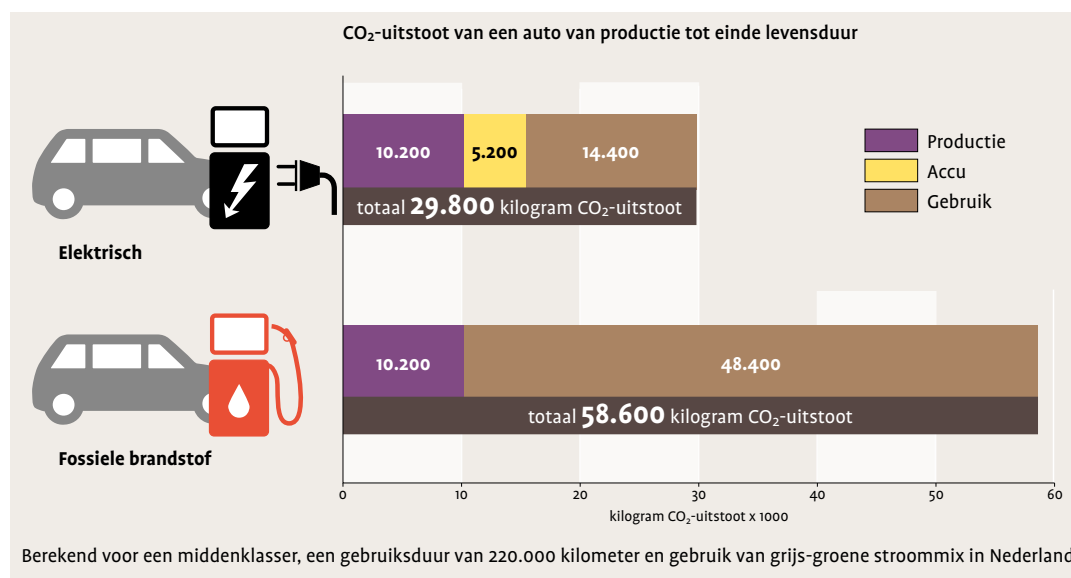


In 2018 steeg de verkoop van elektrische fietsen met 40% ten opzichte van 2017. E-bikes zijn een duurzaam alternatief voor benzineauto's en -scooters.

Elektrisch rijden

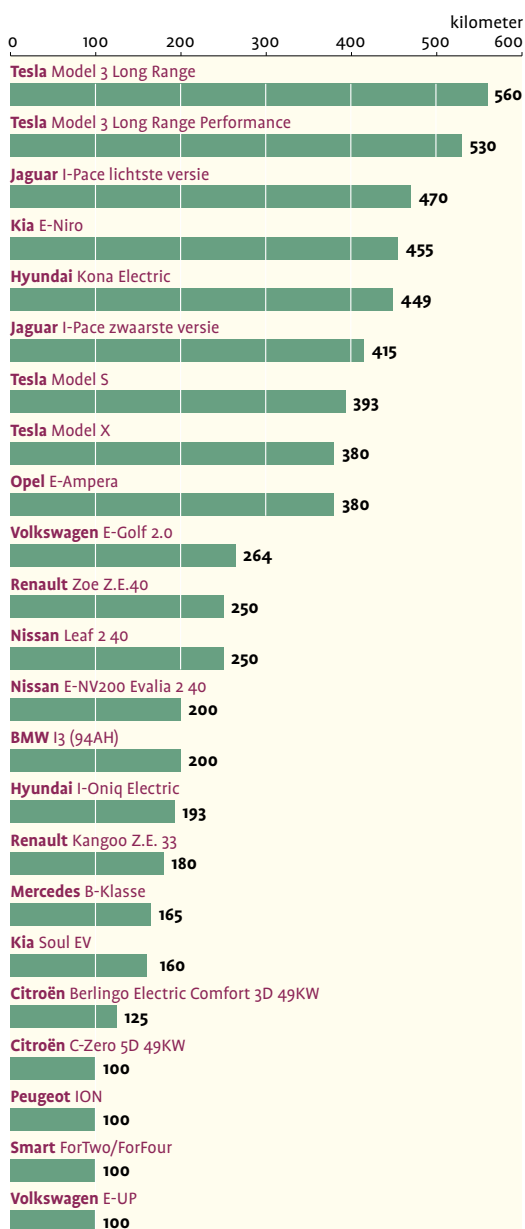
Elektrisch rijden is schoner dan rijden op benzine of diesel doordat het geen uitlaatgas oplevert met fijnstof en stikstofoxide. En ook de CO₂-uitstoot is lager, vooral bij gebruik van groene stroom. Vandaar dat veel landen elektrisch rijden stimuleren. Dat kan door de aanschaf voor een elektrisch voertuig aantrekkelijk te maken voor burgers en zakelijke rijders, en door te zorgen voor een fijnmazig netwerk van laadpunten. Nergens ter wereld staan zoveel laadpunten per auto als hier: ruim 19 (semi-)publieke laadpunten per 100 km verharde weg.

1 Elektrisch versus fossiel



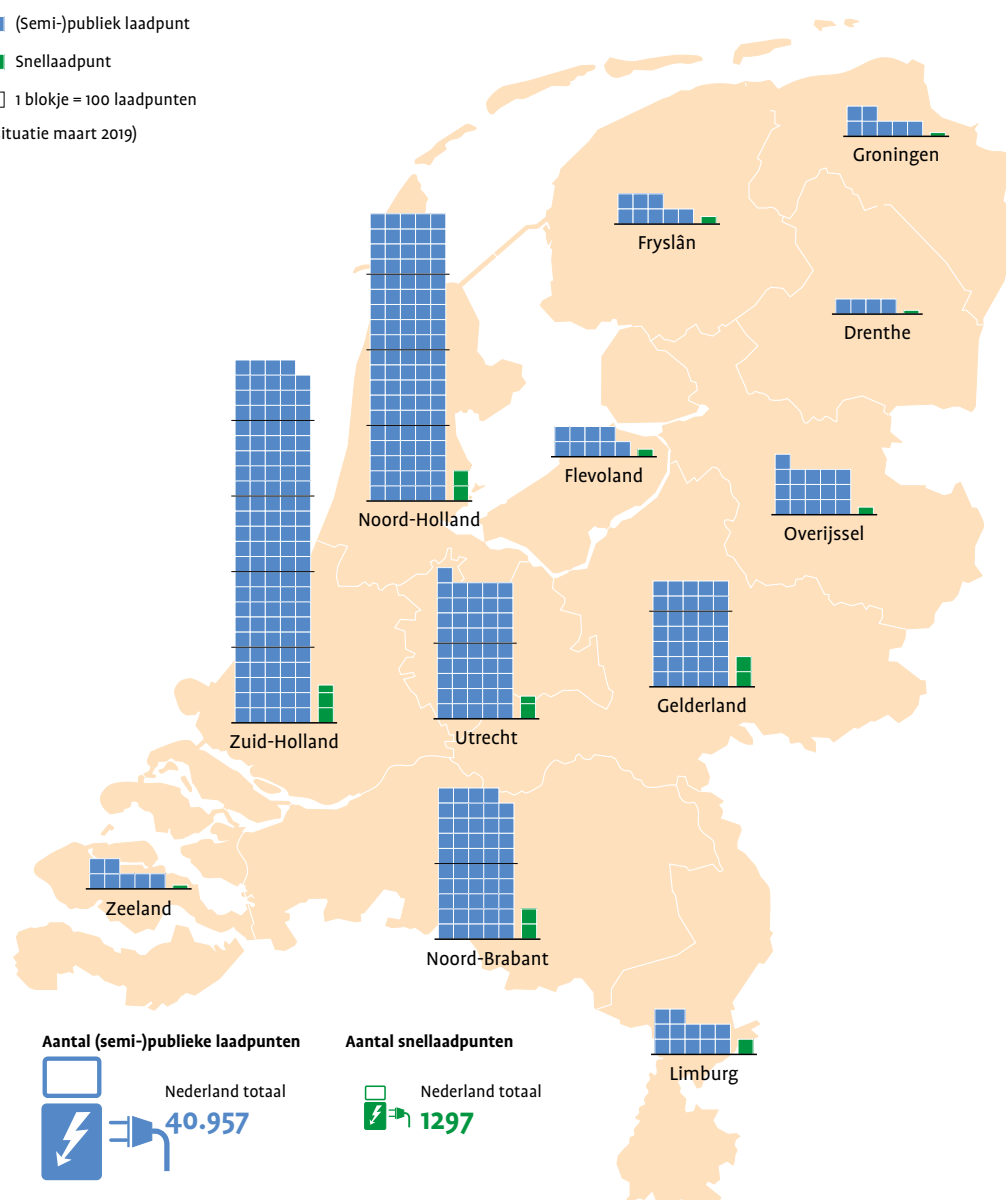
2 Actieradius

Aantal kilometers dat een elektrische auto kan rijden met 1 volledig volgeladen accu, oktober 2018



3 Laadpunten

- (Semi-)publiek laadpunt
- Snellaadpunt
- 1 blokje = 100 laadpunten (situatie maart 2019)



1 Helft van de CO₂-uitstoot

Gerekend over de gehele gebruiksduur is de gemiddelde CO₂-uitstoot van een elektrische auto de helft van die van een auto op benzine of diesel. Weliswaar komt er CO₂ vrij bij de productie van de accu, maar veel minder dan de hoeveelheid CO₂ die auto's op benzine of diesel via hun uitlaat de lucht inblazen.

2 Snelle toename actieradius

Met een benzineauto rijd je op een volle tank al gauw 700 km, met een diesel zelfs 1000 km. Elektrische auto's rijden op hun accu minder ver. Gemiddeld heeft een middenklasse-e-auto een actieradius van 200 kilometer; een duurdere auto komt twee keer zo ver. Meestal is dat genoeg: 90% van de keren dat iemand in de auto stapt, is dat voor een rit korter dan 50 km. Maar als je een keer ver weg wilt, duurt opladen lang. De actieradius van nieuwe modellen wordt snel groter.

3, 6 Landelijk laadpuntennetwerk

De overheid stimuleert milieuvriendelijke manieren van autorijden, zoals rijden op bio-diesel en elektrisch rijden. Samen met andere partijen wordt gewerkt aan een landelijk netwerk van (snel)laadpunten. De groei van het totale aantal laadpunten loopt gelijk op met de groei van het aantal stekerauto's.

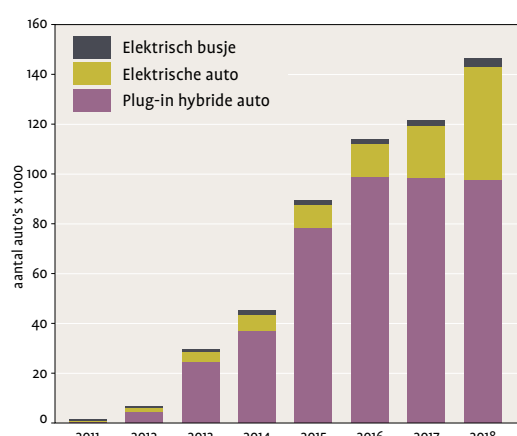
4 Nieuwe accufabrieken in Europa

In Europa is de vraag naar elektrische auto's veel groter dan de accuproductiecapaciteit: slechts 3% van de markt voor lithium-ion-accu's is in handen van Europese fabrikanten, zoals Volkswagen, Daimler en BMW. Om minder afhankelijk te worden van Aziatische toeleveranciers, waaronder China, Japan en Zuid-Korea, wordt de accuproductiecapaciteit in Europa de komende vijf jaar flink uitgebreid. In Duitsland en Zweden staan enkele grote, nieuwe fabrieken op stapel.

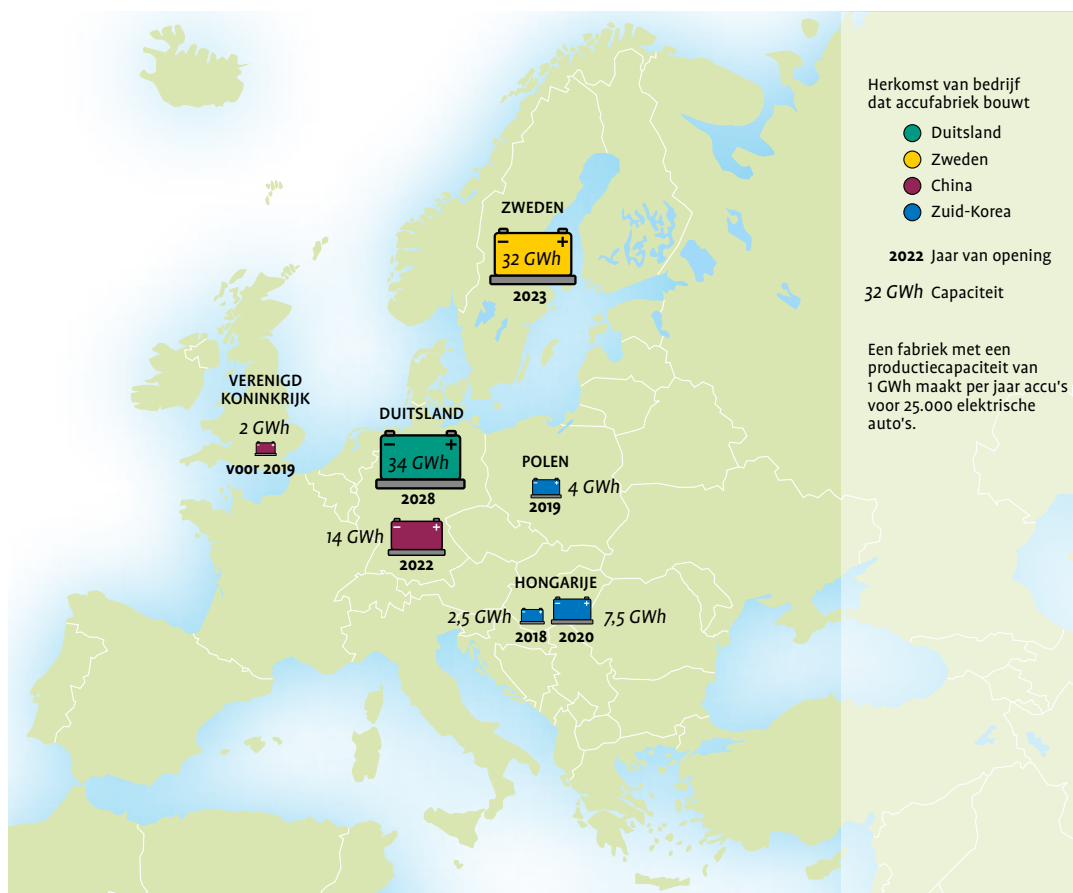
5 Grootste marktaandeel in Noorwegen

Mede door overheidssubsidies, de steeds grotere actieradius en lagere accukosten stijgt het aantal elektrische auto's snel. Wereldwijd zijn het er nog maar weinig (1 op de 250 auto's), maar er zijn heel wat regionale uitschieters. In China rijden de meeste (2 miljoen), Noorwegen heeft het hoogste percentage elektrisch van alle nieuwverkochte personenauto's (49,1%) en California had in 2018 de beste verkoopcijfers van de Verenigde Staten (537.208 stekerauto's).

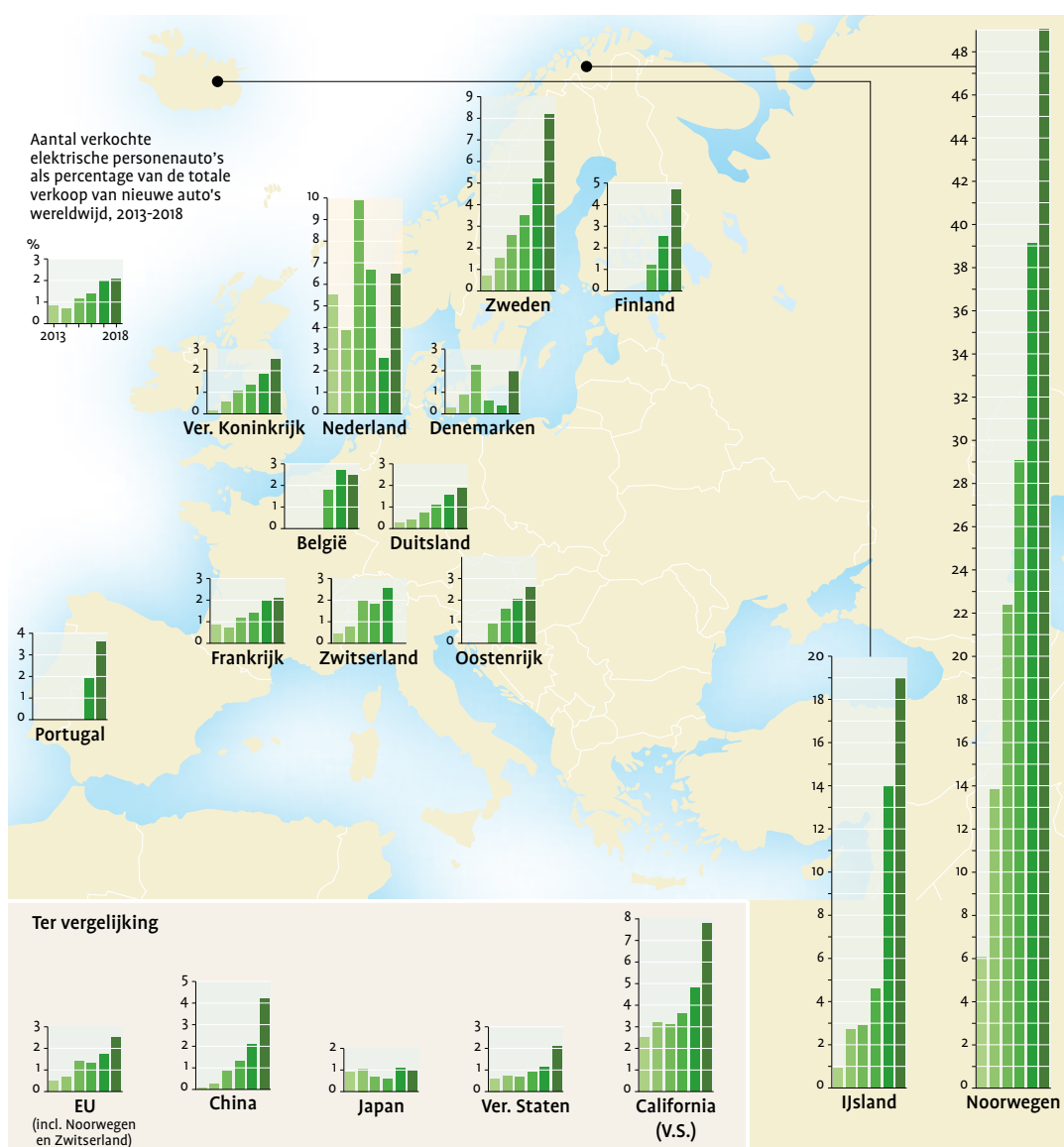
6 Geregistreerde stekerauto's in Nederland



4 Geplande accufabrieken in Europa



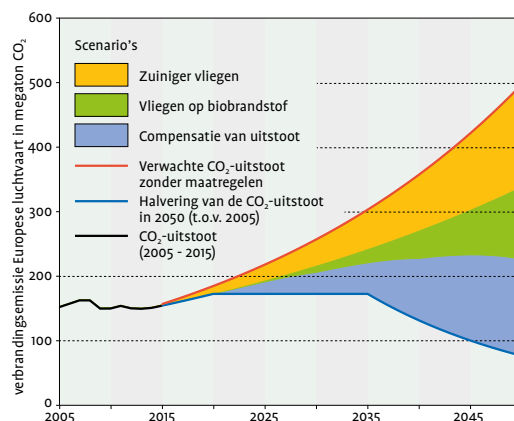
5 Aandeel elektrisch van alle nieuwverkochte personenauto's



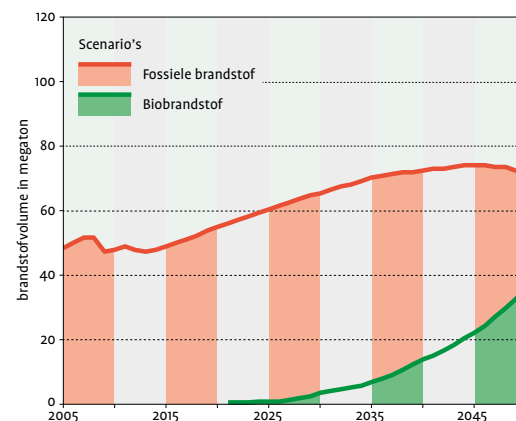
Verminderen uitstoot vliegverkeer

Vliegverkeer veroorzaakt ongeveer 2,5% van alle menselijke CO₂-uitstoot in de wereld. Maar omdat we steeds meer vliegen en veel andere sectoren steeds minder CO₂ uitstoten, gaat dat percentage waarschijnlijk omhoog. Twee jaar na het Akkoord van Parijs zijn in Montréal door 191 landen afspraken gemaakt over CO₂-reductie in de luchtvaart: vanaf 2020 geen extra uitstoot door verdere groei in de luchtvaart. Ook namen zij zich voor om, gerekend ten opzichte van 2005, in 2050 nog maar de helft van de CO₂ uit te stoten. Er zijn drie technische oplossingen: zuinigere vliegtuigen, hernieuwbare biobrandstof en compensatie van de CO₂-uitstoot. Daarnaast is minder vliegen een optie, zeker bij kortere afstanden.

1 CO₂-uitstoot Europees vliegverkeer



2 Brandstofverbruik Europees vliegverkeer

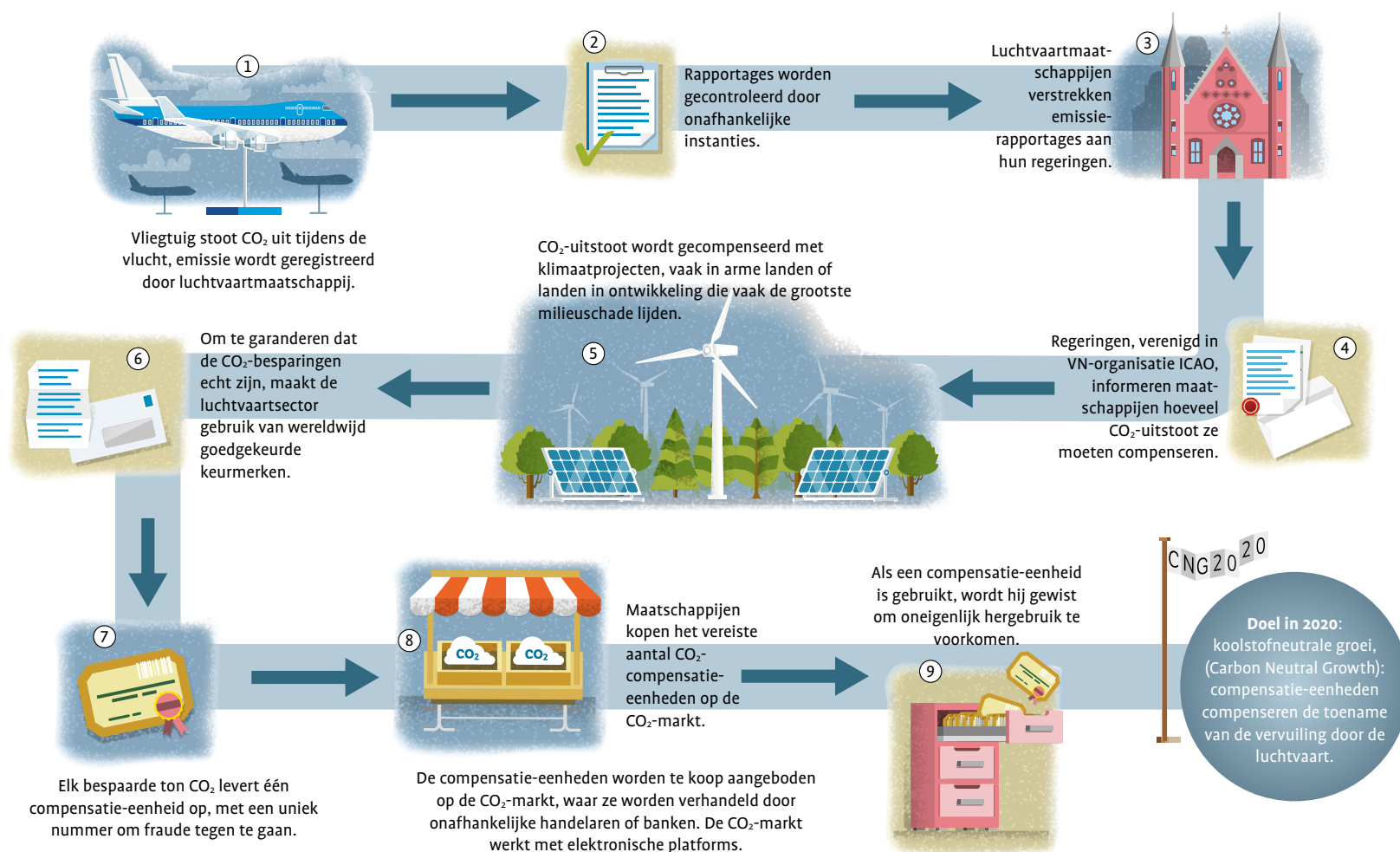


1, 3 Vrijwillige klimaatcompensatie

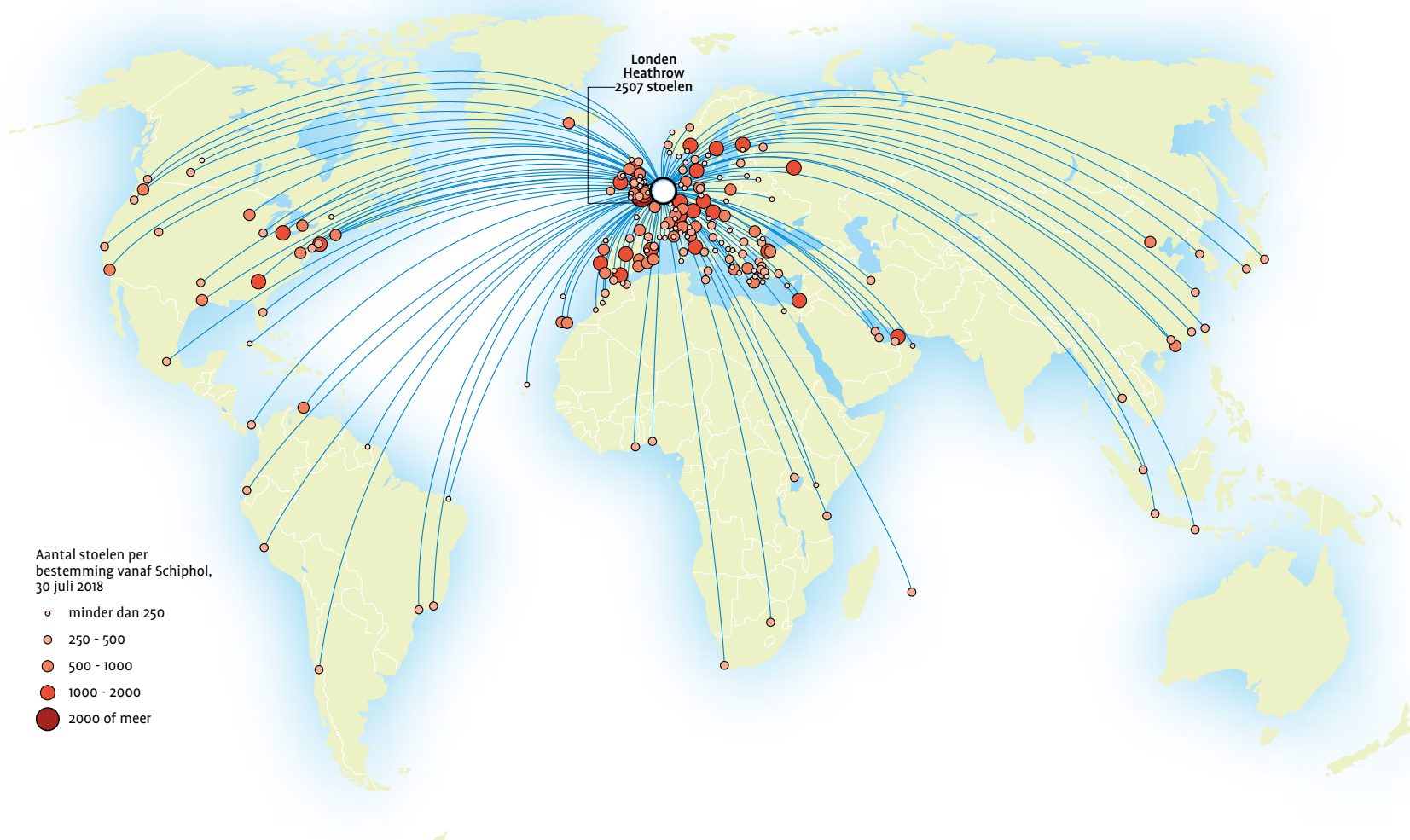
CO₂-uitstoot compenseren kan bijvoorbeeld door bomen aan te planten. Vanaf 2020 moeten luchtvaartmaatschappijen betalen voor hun CO₂-uitstoot. Dat doen ze door op een digitale markt compensatie-eenheden te kopen, afkomstig van duurzame projecten. Elke ton CO₂ die een project bespaart, levert één unieke eenheid die een luchtvaartmaatschappij op de markt kan verkopen. Er is sprake van klimaatneutrale groei als het aantal compensatie-eenheden voldoende

is om de CO₂-uitstoot te compenseren. Onduidelijk is of dit gaat lukken. Zo is deelname tot en met 2027 nog vrijwillig. En sommige landen, waaronder China, vinden invoering in 2020 te vroeg. Vandaar dat mogelijk een uitzondering wordt gemaakt voor 'landen in ontwikkeling'. Die hoeven pas vijf jaar later mee te doen. Ook passagiers kunnen hun CO₂-uitstoot vrijwillig compenseren. Omdat maar weinigen dit doen, voert Nederland in 2021 waarschijnlijk een verplichte 'vliegtaks' in.

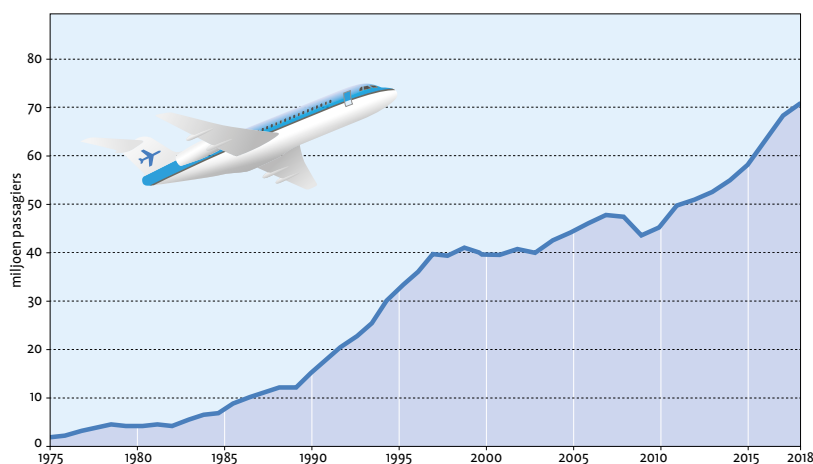
3 Hoe werkt klimaatcompensatie in de luchtvaart?



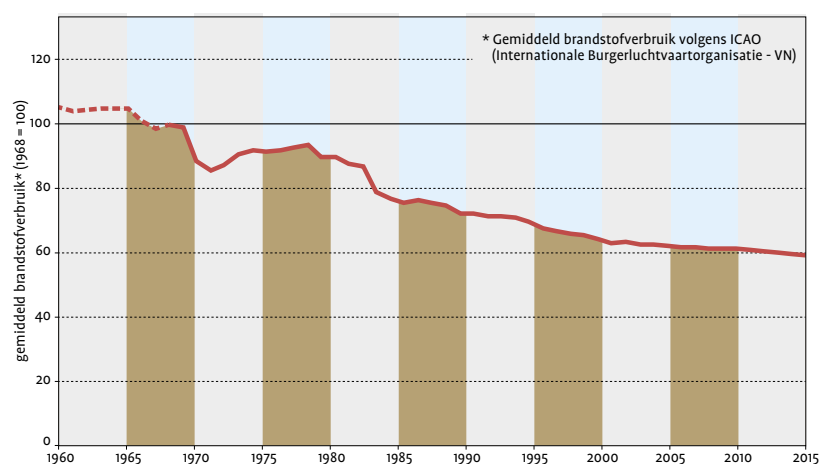
4 Vliegverkeer vanaf Schiphol op een drukke zomerdag



5 Aantal passagiers Luchthaven Schiphol



6 Brandstofverbruik van nieuwe commerciële vliegtuigen



2 Vliegen op frituurvet

Minder CO₂ uitstoten kan door hernieuwbare biobrandstof te gebruiken als alternatief voor (of gemengd met) kerosine. Dan moet er in Europa wel een flinke productie van biobrandstof op gang komen. Nu is die nog nihil, in 2025 naar verwachting 25 PJ en in 2030 ongeveer 210 PJ. Dat is wat nodig is voor alle vliegverkeer vanuit Nederland; van de totale Europese vraag naar vliegtuigbrandstof is het maar 6 tot 9%. Vliegen op 'frituurvet' is dus maar een deel van de oplossing. Een duurzaamheidscommissie ziet erop toe dat er geen biobrandstof wordt geproduceerd uit voedingsgewassen, zoals palmolie of koolzaad. Dat kan namelijk leiden tot ontbossing in de tropen.

4 - 5 Snelle groei luchtverkeer

Het luchtverkeer groeit veel sneller dan het wegverkeer. Die trend zet zeker nog enkele jaren door. In 2018 bedroeg het aantal passagiersbewegingen op Schiphol 71 miljoen. Volgens luchtvaartdeskundigen komt daar de komende vijf jaar nog 10 miljoen bij. Veel van de groei komt door toerisme. Gemiddeld ontvangt Schiphol 187 duizend reizigers per dag, in juli en augustus zijn dat er 200 tot 220 duizend. Op de drukste dag ooit waren dat er zelfs 235 duizend. Op zo'n drukke zomerdag landen op Schiphol circa 800 toestellen en stijgen er evenveel weer op. Samen zijn dat 1600 vliegbewegingen, meer dan één per minuut.

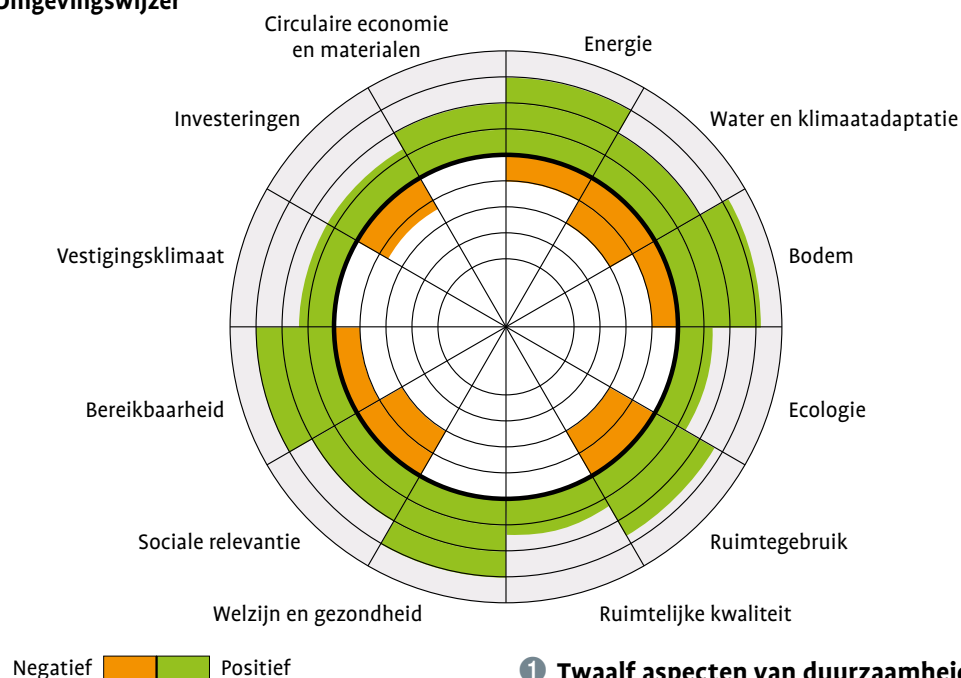
6 45% minder brandstof

Dankzij nieuwe technologieën en betere vliegtuigontwerpen hebben nieuwe vliegtuigen steeds minder brandstof nodig. Tussen 1968 en 2015 verminderde het brandstofverbruik van vliegtuigen met gemiddeld 1,3% per jaar. Over de gehele periode is dat een afname van circa 45%. Omdat de luchtvaart snel groeit, verjongt het vliegtuigpark steeds sneller. Hoe lager de gemiddelde leeftijd van alle in bedrijf zijnde vliegtuigen, hoe kleiner de gemiddelde CO₂-uitstoot per passagierskilometer. Ook het gebruik van grotere vliegtuigen met een efficiëntere indeling (meer stoelen per vierkante meter) en een hogere bezettingsgraad (minder lege stoelen) draagt daaraan bij.

Duurzaamheid in weg- en waterbouw

De voetafdruk van de weg- en waterbouw is fors. Het aanleggen en onderhouden van wegen, vaarroutes en bijbehorende voorzieningen kost veel energie en grondstoffen. Als grote opdrachtgever namens de Rijksoverheid werkt Rijkswaterstaat met technieken die de Nederlandse infrastructuur in brede zin duurzaam maken. Energiebesparing en vermindering van de CO₂-uitstoot zijn prioriteiten. Andere aandachtspunten: gebruik van hernieuwbare grondstoffen, hoogwaardig recyclen en gebiedsontwikkeling met aandacht voor bewoners en biodiversiteit.

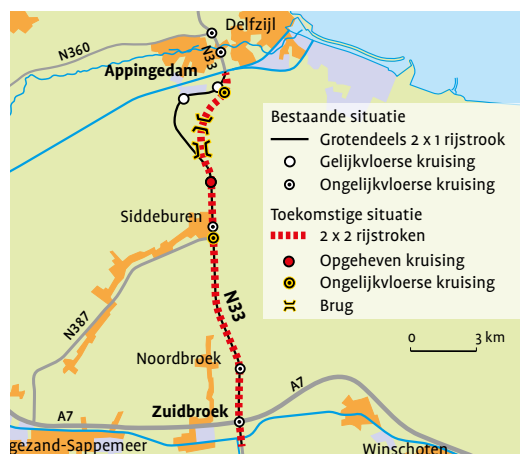
1 Omgevingswijzer



1 Twaalf aspecten van duurzaamheid

De omgevingswijzer is een instrument dat inzichtelijk maakt hoe duurzaam een infrastructuurproject is. Rijkswaterstaat vat duurzaamheid breed op en brengt twaalf aspecten in beeld.

2 N33 Midden



2 Slibblokken en gerecycled beton

In 2022-2025 wordt de N33 Midden verbreed. De ambitie is hier de eerste energieneutrale rijks-weg van Nederland te realiseren. Belangrijk is het hergebruik van materialen. Bij beton levert dat veel op, want per 1000 kg nieuw beton ontstaat 750 kg CO₂. Ook wil men werken met bouwblokken van slib uit het Eems-Dollardgebied.

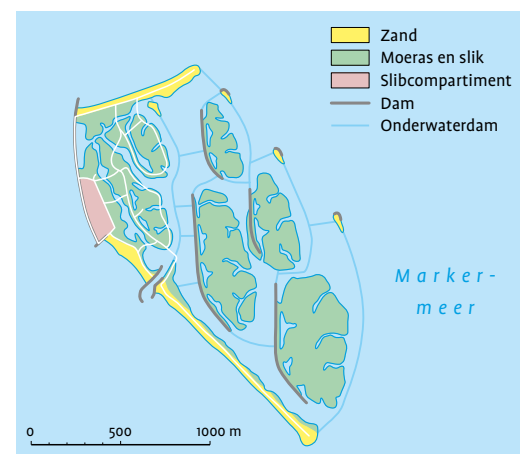
3 Slufter



3 Drijvende zonnepanelen

Op land is de ruimte voor zonneparken beperkt. Drijvende zonneparken kunnen uitkomst bieden. Een van de proeflocaties is de Slufter, een kunstmatig meer op de Maasvlakte voor het deponeeren van vervuild baggerslib. Mogelijk komt hier een zonnepark van 100 ha, goed voor de stroomvoorziening van 25.000 huishoudens.

4 Marker Wadden



4 Natuurontwikkeling in het Markermeer

Natuurmonumenten en Rijkswaterstaat hebben in het Markermeer een nieuw natuurgebied aangelegd: de Marker Wadden. Het is een archipel van vijf opgespoten eilanden, met een oppervlak van zo'n 1000 ha (inclusief het deel onder water). De eilanden bieden een oplossing voor de teruggang van de vogel- en visstand.

5 Duurzaamheid in twintig projecten van Rijkswaterstaat



- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Modulair en circulair wegontwerp 2 Duurzaam beton; grootschalige energie-winning voor aandrijving gemalen en proef-tuin voor opwekking, zoals verschillen in zoutconcentraties 3 Duurzamere materialen (hout, textiel); natuurlijke oevers 4 Natuurontwikkeling 5 Circulair bedieningsgebouw; energie-neutrale sluis 6 Minder energieverbruik tunnelverlichting, onder andere door lichtgrijs asfalt | <ul style="list-style-type: none"> 7 Minder dik asfalt, dat ook langer meegaat 8 Duurzame bouwmaterialen; energiezuinige sluis 9 Meer waterberging; snelfietsroute 10 Stadspark en fietspad boven op tunnel 11 Duurzamere inzet van schepen; 30% biobrandstof 12 Verduurzaming loodsen voor zoutopslag 13 Minder CO₂, stikstof en zwavel bij baggerwerken | <ul style="list-style-type: none"> 14 Herplant 7000 populieren; vergroting biodiversiteit 15 Verbreding fietspad; aanleg busbaan 16 Picknickbanken en vangrails van natuurlijke grondstoffen (o.a. bermgras) 17 Zonnepanelen in bermen en knooppunten 18 7 km windmolens; drijvende zonnepanelen 19 50% energiebesparing door zoet-zout-scheiding; hergebruik materialen 20 400 meter geluidsscherm met aan twee kanten zonnepanelen |
|---|---|---|

Fietsen voor het klimaat

Nergens ter wereld wordt zoveel gefietst als in Nederland. Geen wonder, want de afstanden zijn hier kort en de wegen vlak. Toch stappen nog veel mensen voor korte ritjes in de auto, naar hun werk of naar school.

Door ook dán de fiets te nemen, is heel wat klimaatwinst te behalen. Het netwerk van snelfietsroutes maakt dat steeds aantrekkelijker: lekker doorfietsen, zonder stoplichten en kruispunten.

Meer fietsen, minder CO₂

Van alle autoritten in een jaar zijn er 3,6 miljard korter dan 7,5 km



Rijd je één zo'n ritje met de fiets, dan bespaar je iedere keer ongeveer 1 kilo CO₂ (elektrische fiets: 0,97 kilo*)

* mits de energie duurzaam opgewekt is



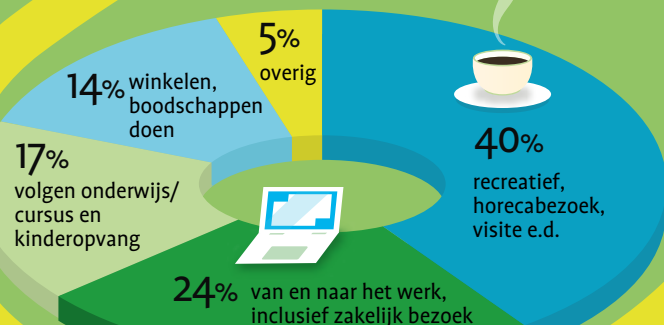
Rijdt iedereen voortaan al die ritjes met de fiets, dan besparen we samen circa 2 megaton CO₂ per jaar



Deze CO₂-besparing is vergelijkbaar met het aardgasvrij maken van 1,5 miljoen woningen (kabinetsdoel tot 2030)

Waar fietsen we naar toe?

% van de gereden kilometers



Hoe ver fietsen we?

gemiddeld aantal km per dag

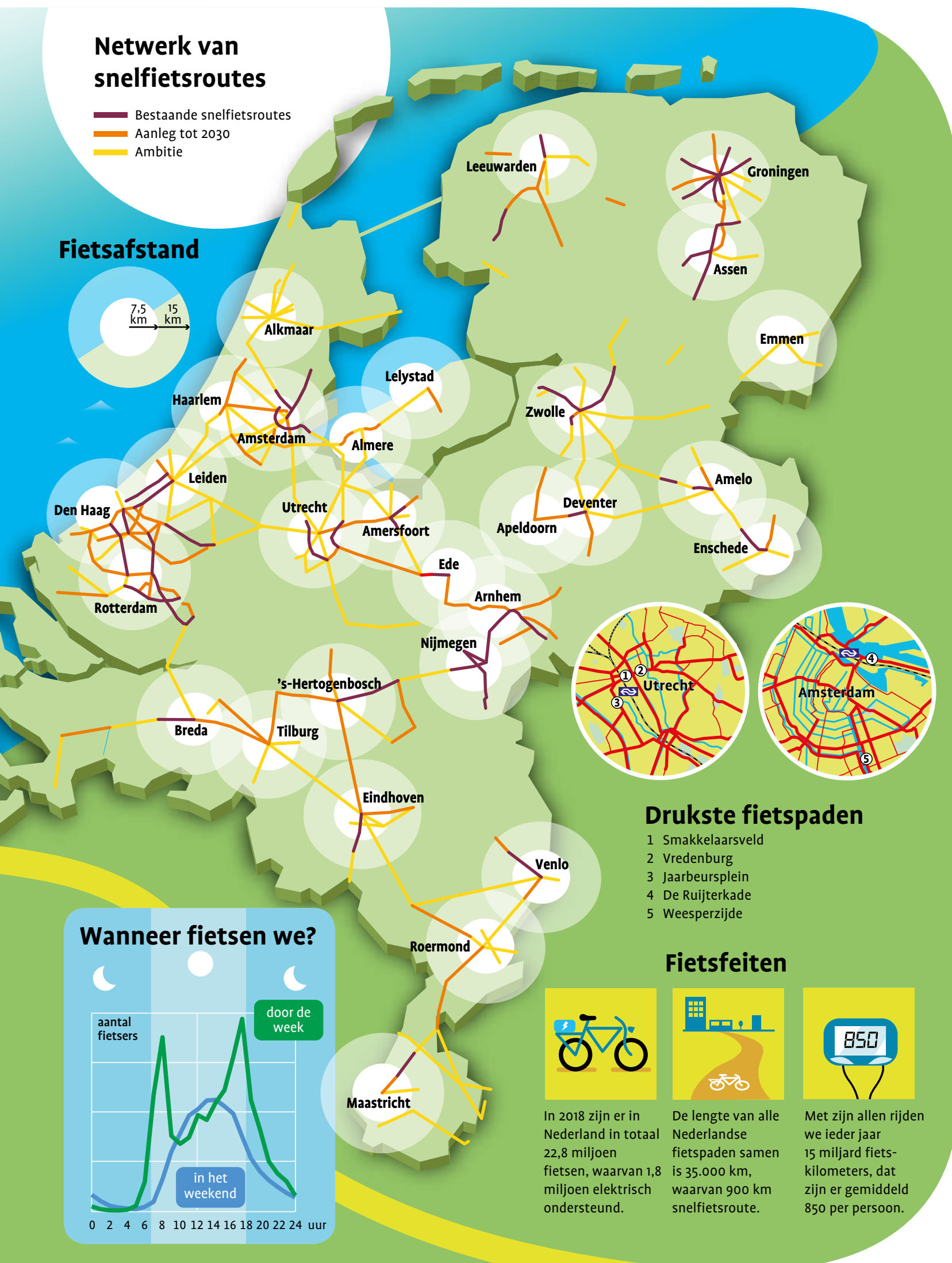
12 - 18 jaar	5,6
18 - 25 jaar	2,5
25 - 35 jaar	2,0
35 - 50 jaar	2,2
50 - 65 jaar	2,5
65 - 75 jaar	2,7
75+ jaar	1,4

Netwerk van snelfietsroutes

- Bestaande snelfietsroutes
- Aanleg tot 2030
- Ambitie

Fietsafstand

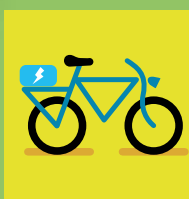
7,5 km
15 km



Drukste fietspaden

- 1 Smakkelaarsveld
- 2 Vredenburg
- 3 Jaarbeursplein
- 4 De Ruijterkade
- 5 Weesperzijde

Fietsfeiten



In 2018 zijn er in Nederland in totaal 22,8 miljoen fietsen, waarvan 1,8 miljoen elektrisch ondersteund.

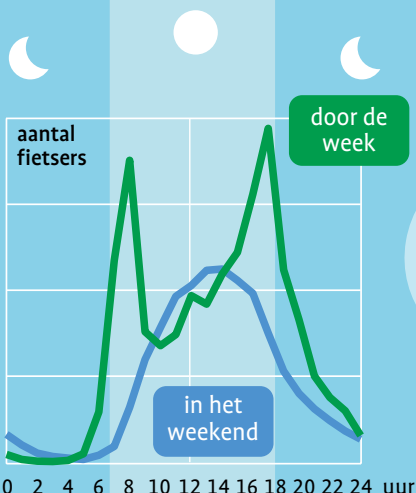


De lengte van alle Nederlandse fietspaden samen is 35.000 km, waarvan 900 km snelfietsroute.



Met zijn allen rijden we ieder jaar 15 miljard fietskilometers, dat zijn er gemiddeld 850 per persoon.

Wanneer fietsen we?



Gebouwen

Barometer 126

Energiebesparing in woonhuizen 128

Verwarmen met groen gas 130

Warmtenetten en warmtepompen 132

Circulair bouwen 134

Een gemiddelde woning verbruikt jaarlijks 2800 kWh elektriciteit en 1200 m³ aardgas. Ook al is dat ongeveer 25% minder dan tien jaar geleden, er kan nog heel wat meer vanaf. Besparen op energie is sowieso een verstandige keuze. Bij het produceren en transporteren van warmte en elektriciteit gaat namelijk veel energie verloren. Iedere kilowattuur elektriciteit die je niet gebruikt, scheelt in totaal minimaal 3 kilowattuur. Gebouwen verwarmen gebeurt in verreweg de meeste gevallen met aardgas. Dit betekent dat vrijwel ieder gebouw is aangesloten op het wijdvertakte aardgasnet. Overstappen op hernieuwbaar gas ligt dan ook erg voor de hand, ware het niet dat er onvoldoende groen gas is om alle gebouwen voor langere tijd warm te stoken. Alternatieven zijn de aansluiting op een regionaal warmtenet of de installatie van een elektrische warmtepomp.



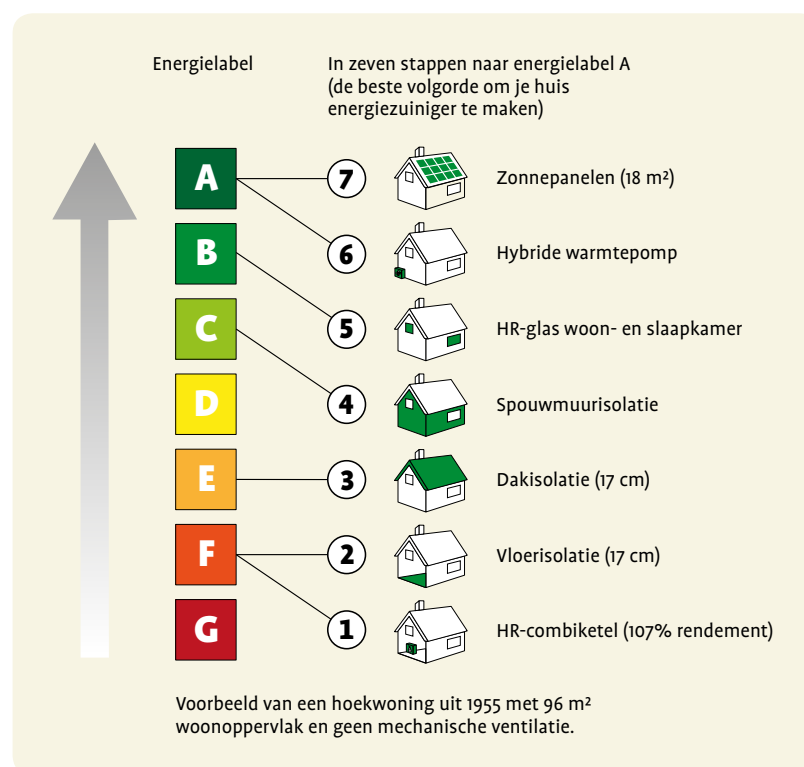
Uitsnede Panorama Nederland

College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8

9

Barometer > Gebouwen

Voor de bouw van huizen, kantoren en fabrieken zijn veel grondstoffen nodig, zoals zand, grind, metaal en hout. Ook bij het gebruik van de gebouwen worden grote hoeveelheden energie verbruikt, voor verwarming en stroomvoorziening. Sinds 2015 hebben woningen een energielabel. Net zoals je met een sportauto vaker moet tanken, zul je in een woning met label G meer betalen voor energie. Zelf dit energiegebruik verminderen kan bijvoorbeeld door te isoleren, een warmtepomp te installeren of zonnepanelen op het dak te leggen. Doe je alles, dan kan het gebruik uiteindelijk naar nul. Maar behalve om *minder* energie, gaat het ook om het gebruik van *andere* energie. Het aardgas dat nu nog vrijwel alle huizen verwarmt, maakt de komende tientallen jaren geleidelijk plaats voor andere warmtebronnen: groen gas, elektrische warmtepompen en warmtenetten.



In zeven stappen van label G naar label A

95% hergebruik mogelijk na duurzaam slopen



Alles wat vrijkomt bij de sloop van het CBS-gebouw in Voorburg (2018) wordt netjes gesorteerd en opnieuw gebruikt. Zo krijgt 56.638 ton betonpuin en 5829 ton metselpuin een tweede leven in de wegenbouw en betonindustrie. En 7500 lampen en tl-buizen worden gerecycled of hergebruikt.

Nederland krijgt er tientallen aardgasvrije wijken en dorpen bij

0000000000
0-op-de-meter

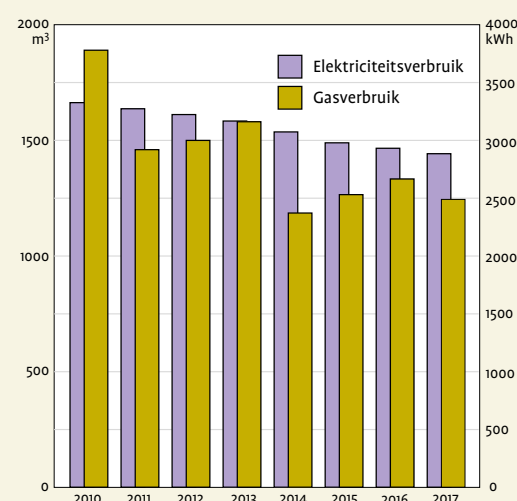
Meer dan 5000 woningen energieneutraal

Op 1 oktober 2018 verstrekte het ministerie van BZK een rijksbijdrage aan deze 27 gemeenten voor het aardgasvrij maken van een wijk.

Appingedam (A)
Opwierde-Zuid
Delfzijl (D)
Delfzijl-Noord
Groningen (G)
Paddepoel, Selwerd
Loppersum (L)
Loppersum, Westeremden, 't Zandt
Oldambt (O)
Nieuwolda, Wagenborgen
Pekela (P)
Boven-Pekela, Doorsnee



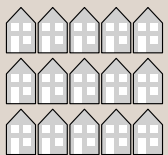
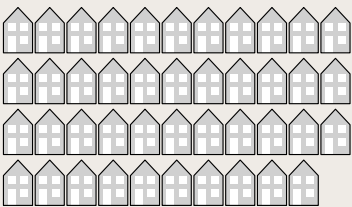
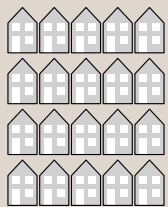




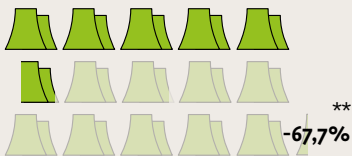
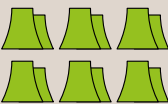
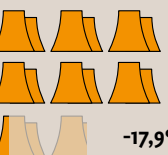
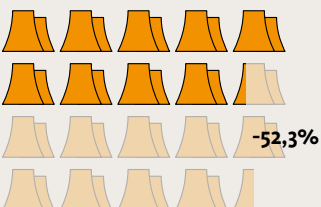
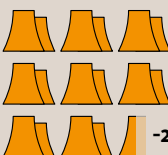
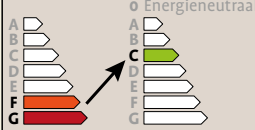
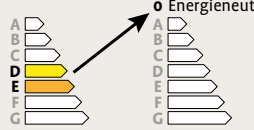
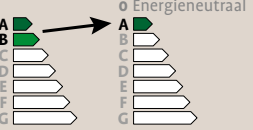
Energiegebruik in huis neemt af



Energiebesparing in woonhuizen

Van alle energie die we in Nederland gebruiken, komt ongeveer een kwart voor rekening van de gebouwde omgeving. Woningen gebruiken daarvan 60%, hoofdzakelijk in de vorm van warmte en elektriciteit. Er zijn in huis veel mogelijkheden om energie te besparen. Alleen al door te isoleren kan het gasverbruik met 20 tot 30% omlaag. Door aanvullende maatregelen en besparende technologieën zorgvuldig op elkaar af te stemmen, kan de besparing uiteindelijk oplopen tot 70%. Wie de resterende 30% zelf opwekt, bijvoorbeeld met zonnepanelen of het terugwinnen van warmte uit afvalwater, heeft een volledig energieneutraal huis. Daarvan zijn er in Nederland al 5000 en dat aantal groeit snel. Veel bestaande huizen worden geïsoleerd en uitgerust met een warmtepomp en zonnepanelen, vanaf 2020 zijn nieuwe huizen allemaal energieneutraal.

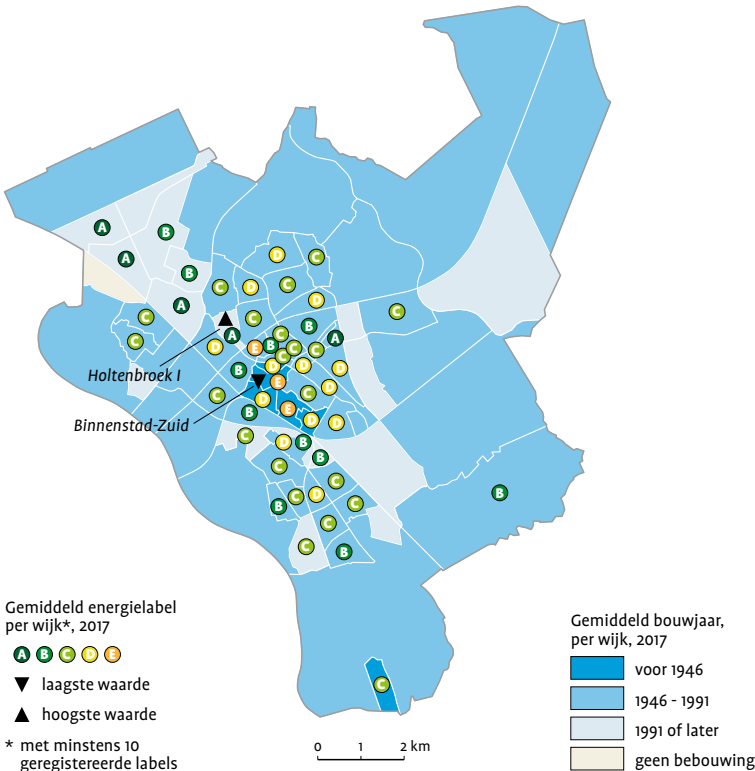
1 Energiebesparingen en maximaal haalbare labelsprong

bouwjaar	voor 1946	1946-1991	vanaf 1991
totaal aantal woningen	 100.000 woningen 1.492.000	 4.302.000	 2.024.000
verbruik en besparing elektriciteit	 -10%	 +3,6%*	 -6,8%
verbruik en besparing gas	 -19,9%	 -67,7%**	 -0,1%
verbruik en besparing totaal	 -17,9%	 -52,3%	 -2,1%
maximale labelsprong			

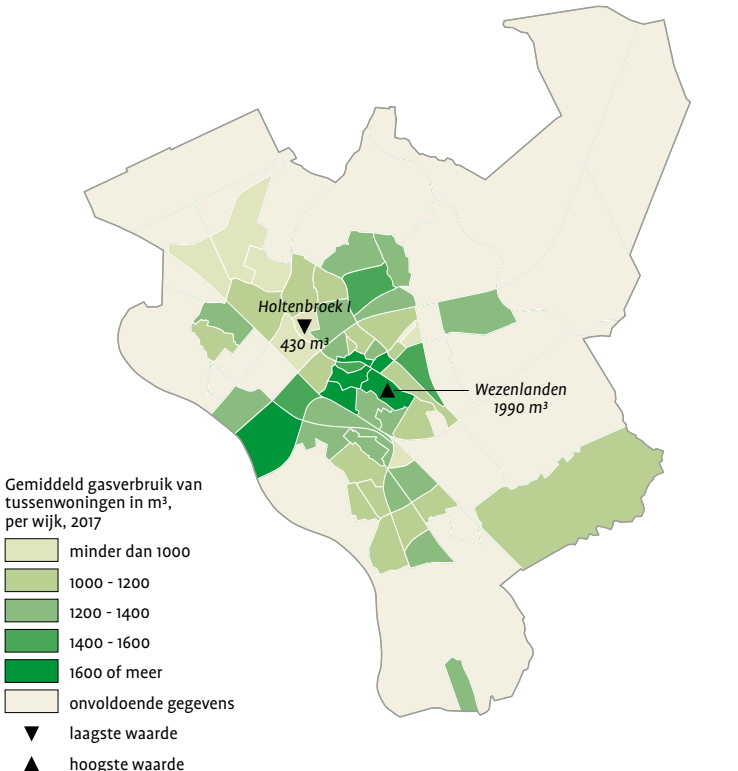
* Toename door gebruik elektrische warmtepomp

** Geen 100%, want geen warmtepomp als:
- woning kleiner dan 65 m²
- minder dan 40% warmtebesparing na isolatie

2 Zwolle: gemiddeld energielabel van tussenwoningen



3 Zwolle: gemiddeld gasverbruik van tussenwoningen



Bronnen: Rijksoverheid (1); Kadaster / CBS / Gemeente Zwolle (2); CBS (3)

1 Naoorlogse huizen energieneutraal

In Nederland staan bijna 8 miljoen woningen. De hoeveelheid warmte die ze samen gebruiken, kan met 30% worden verminderd. Naast isolatie van ramen, dak, vloeren en gevels is het mogelijk om besparende apparatuur te installeren, zoals HR-ketels en zonneboilers. Aanpassingen aan het huis zelf lukken niet even goed bij alle huizen. Woningen van voor 1946 hebben vaak bijzondere architectonische kwaliteiten en zijn technisch minder geschikt voor een ingrijpende verbouwing. Woningen uit de periode 1946-1991 zijn door hun eenvoudigere bouwstijl gemakkelijker energieneutraal te maken. Het zijn er ook veel. Zij kunnen de grootste bijdrage leveren aan de totale energiebesparing van woonhuizen. Relatief nieuwe huizen, gebouwd na 1991, zijn beter geïsoleerd maar nog niet helemaal energie-neutraal. Die laatste stap is complex en duur.

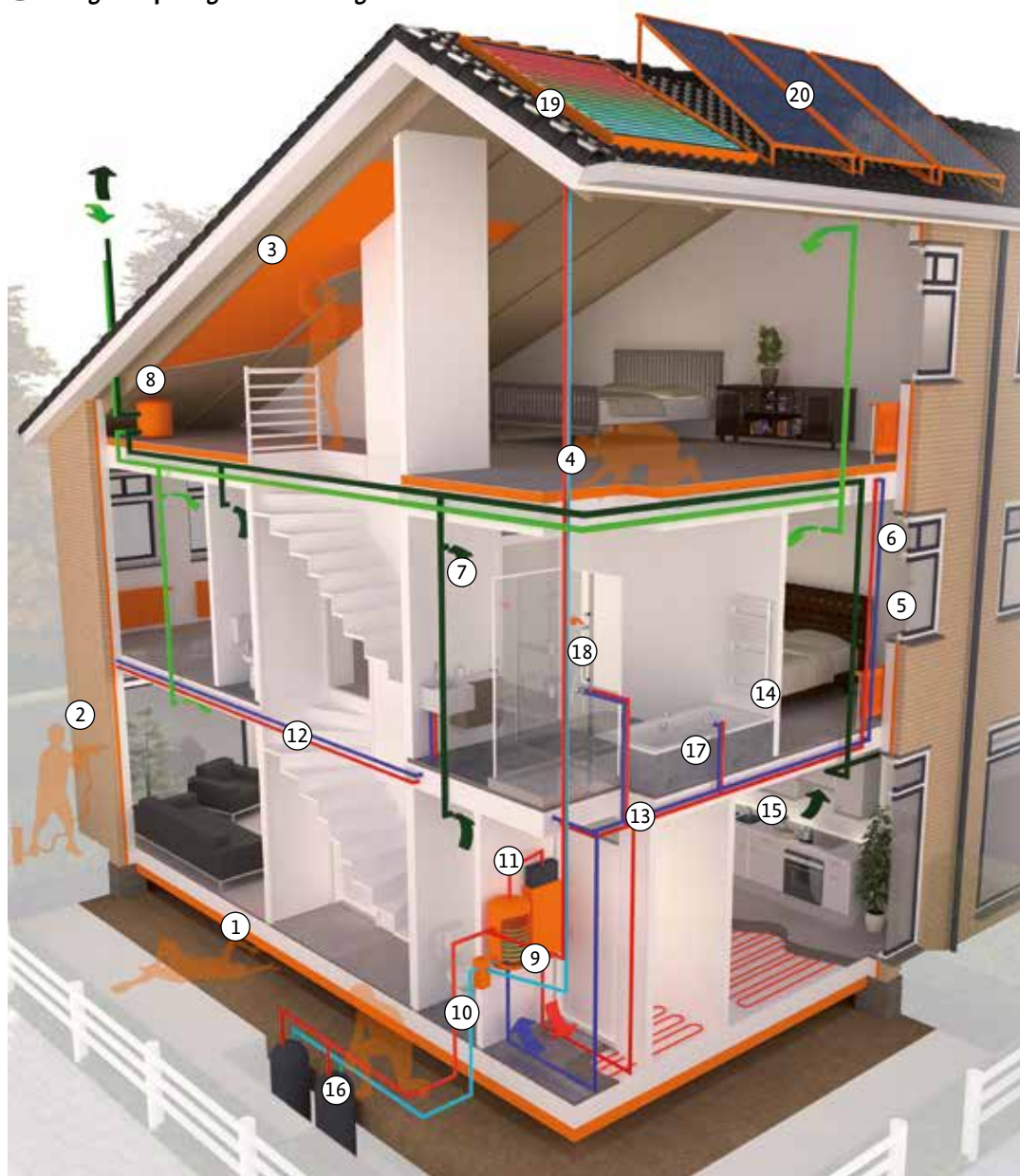
2 - 3 Beste energielabel, minste gasverbruik

Niet alle huizen gebruiken evenveel energie. Naast het bouwjaar spelen ook de grootte van het huis en de aanwezigheid van burens een rol. Zo gebruiken de 930.000 vrijstaande huizen die Nederland telt, samen evenveel energie als de ruim 3 miljoen appartementen. Vandaar dat de gemeente Zwolle alleen tussenwoningen onderzocht in een vergelijking tussen wijken. Het laagste gemiddelde gasverbruik treedt op in de wijk Holtenbroek I, waarvan de tussenwoningen gemiddeld energielabel A hebben (gemiddeld bouwjaar 1996). Het hoogste gasverbruik komt voor in de wijk Wezenlanden. Deze wijk is eerder gebouwd (gemiddeld bouwjaar 1979) en de tussenwoningen hebben gemiddeld energielabel C.

4 - 7 Minder energie, meer comfort

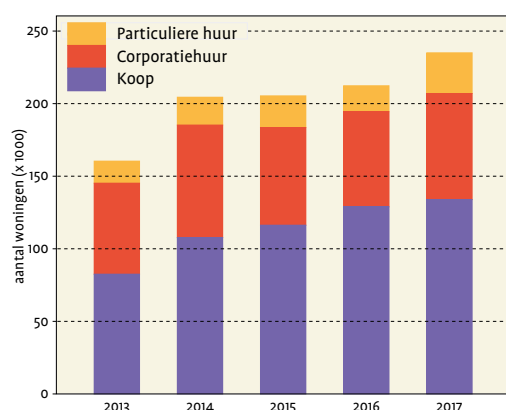
Naast het isoleren van de buitenkant of 'schil' van een huis zijn er tal van mogelijkheden om energie te besparen: balansventilatie, een elektrische warmtepomp, een waterbesparende douchekop, het gebruik van een HR-ketel en de aanleg van een systeem voor warmte- en koudeopslag. Veel maatregelen om energie te besparen vergroten overigens ook het wooncomfort: minder tocht, minder geluidsoverlast en 's zomers een aangename temperatuur. Spouwmuurisolatie en de installatie van zonnepanelen zijn het populairst.

4 Energiebesparing in een woning

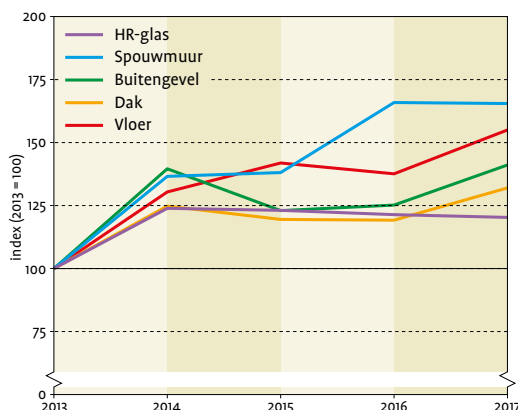


- | | | |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① Isoleren vloer | ⑧ Balansventilatie | ⑮ Doorstroomapparaat |
| ② Isoleren gevel | ⑨ HR-combiketel | ⑯ Warmtepompboiler |
| ③ Isoleren dak | ⑩ Elektrische warmtepomp | ⑰ Leidingisolatie tapwater |
| ④ Isoleren zoldervloer | ⑪ Individuele bemetering | ⑱ Waterbesparende douche |
| ⑤ Isolerende beglazing | ⑫ Buisisolatie verwarming | ⑲ Zonneboilercombinatie |
| ⑥ Kierdichting verbeteren | ⑬ Leidinglengte beperken | ⑳ Zonnepanelen |
| ⑦ Mechanische afzuiging | ⑭ Thermostaatkranen | |

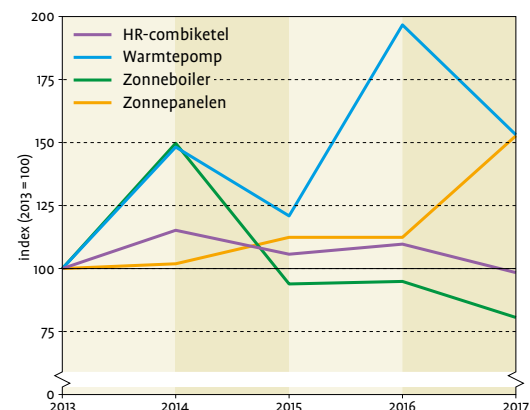
5 Toepassing van ten minste twee maatregelen



6 Aantal getroffen isolatiemaatregelen per jaar



7 Aantal getroffen installatiemaatregelen per jaar



Verwarmen met groen gas

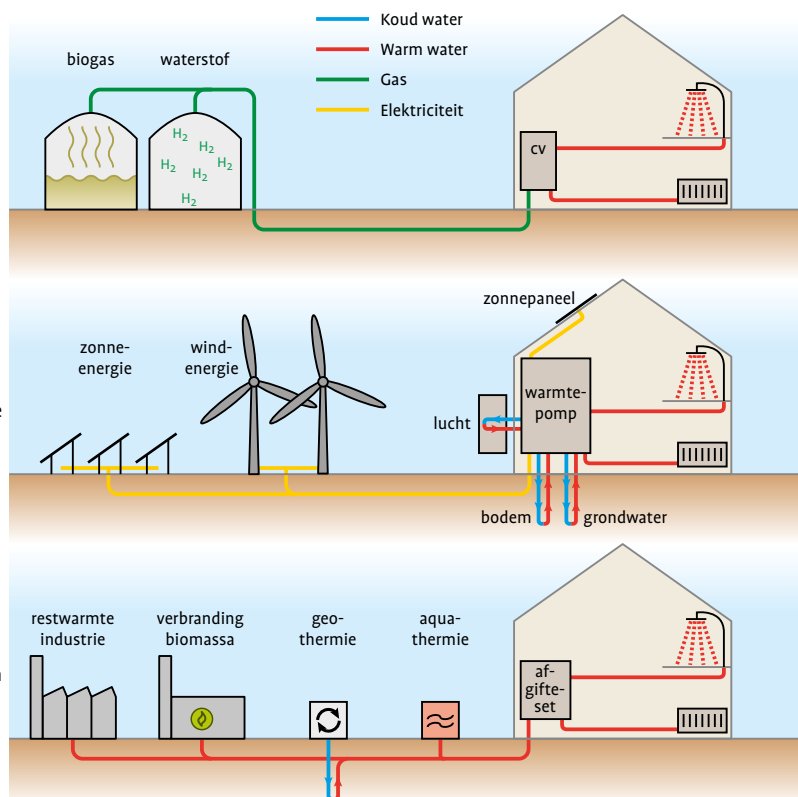
In 2050 moet de energievoorziening in Nederland klimaatneutraal zijn. Bij het verwarmen van huizen en kantoren mag dan geen CO₂ meer vrijkomen. Nu is het nog niet zover: vrijwel alle gebouwen zijn aangesloten op het aardgasnet. Naast verduurzaming zijn er meer redenen om over te stappen op klimaatneutrale warmtebronnen. De gaswinning in Groningen loopt terug en moet zo snel mogelijk worden beëindigd. Gaan we in plaats daarvan meer aardgas importeren, dan wordt Nederland afhankelijker van buitenlandse leveranciers. Verwarmen met duurzaam opgewekt groen gas is een kansrijk alternatief: er komt netto geen CO₂ bij vrij en bestaande leidingen en verwarmingstoestellen kunnen in gebruik blijven.

1 Duurzame alternatieven voor verwarmen met aardgas

Groen gas
De cv-ketel wordt gestookt met biogas, synthetisch gas of waterstof, in plaats van aardgas.

Warmtepomp
Een elektrische warmtepomp levert warm water van lage temperatuur voor vloer- en/of wandverwarming.

Warmtenet
Een ondergronds netwerk levert warm water afkomstig van een warmtebron in de buurt.



1 Alternatieven voor aardgas

Voor verwarmen en koken met aardgas bestaan verschillende duurzame alternatieven. In huizen zonder gasaansluiting is koken op inductie de meest logische oplossing. Wie in een wijk met stadsverwarming woont, maakt nu al gebruik van restwarmte uit de industrie. Steeds vaker worden zulke warmtenetten gevoed met duurzame warmte, zoals aardwarmte of warmte uit een biomassacentrale. Daarnaast zijn er elektrische oplossingen, zoals een warmtepomp. Die

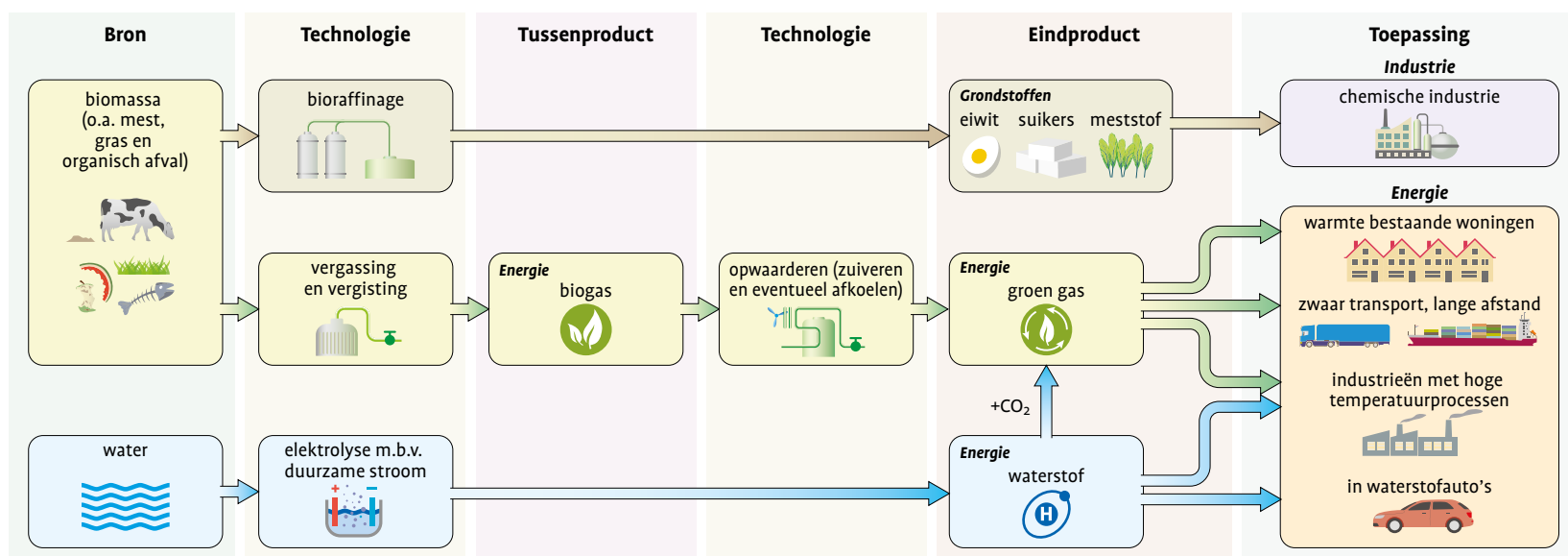
onttrekt warmte aan de bodem of aan de omgevingslucht en levert water van lage temperatuur voor vloer- of wandverwarming.

2 Bron van duurzame warmte

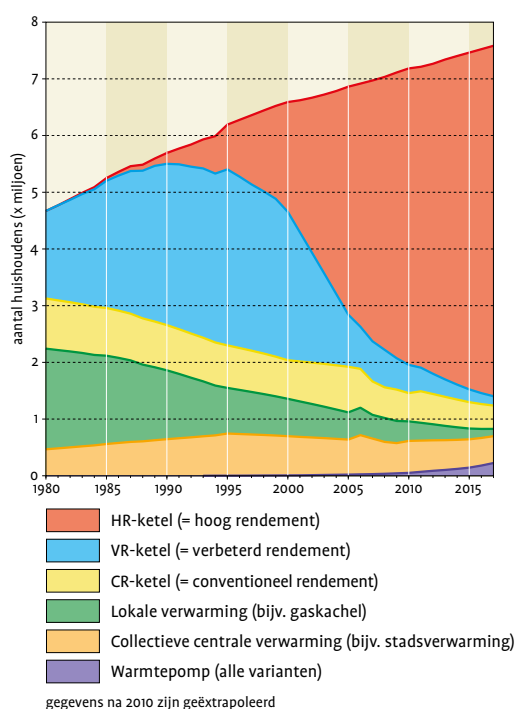
Hernieuwbaar gas heeft dezelfde eigenschappen als aardgas, maar is afkomstig uit hernieuwbare bronnen: groen gas komt vrij bij het vergisten van biomassa en waterstofgas ontstaat onder meer bij de elektrolyse van water. Beide kunnen via het bestaande aardgasnet worden verspreid

om er huizen en kantoren mee te verwarmen. Niet alleen is hernieuwbaar gas duurzaam, het heeft nóg een voordeel: het speelt een rol bij de 'verwaarding' van biomassa. Biomassa is schaars en levert het meeste op als het wordt gebruikt voor hoogwaardige toepassingen, zoals de productie van eiwitten en suikers voor de industrie. Als ook het resterende deel nuttig wordt toegepast, namelijk als groen gas, gaat het rendement nog verder omhoog. Uiteindelijk blijft er geen reststroom over.

2 Productie en toepassing van hernieuwbaar gas



3 Ontwikkeling aantal verwarmingstoestellen



4 Verwarmen van woningen en gebouwen in de toekomst bij een groengasprijs van € 0,85 per m³

Voornaamste wijze van verwarmen

- Groen gas
- Warmtepomp
- Warmtenet
- Niet bekend



3 - 5 Gaslevering blijft het goedkoopst

In Nederland staan ongeveer 8 miljoen woonhuizen. Het grootste deel zal er in 2050 ook nog staan. Over dertig jaar moeten die allemaal duurzaam worden verwarmd. Het veranderen van de huidige warmtevoorziening is ingrijpend. De aanleg van een nieuwe energie-infrastructuur en de renovatie van huurcomplexen duurt al gauw tientallen jaren. Omdat 95% van alle woningen nu wordt verwarmd met aardgas, is het financieel aantrekkelijk om aardgas 1-op-1 te vervangen door groen gas. Probleem is dat er niet voldoende groen gas is om alle Nederlandse woningen te verwarmen. Afhankelijk van onder andere het bouwjaar, de bebouwingsdichtheid en de aanwezigheid van lokale warmtebronnen zijn daarom ook andere oplossingen nodig, zoals warmtenetten, elektrische warmtepompen of een combinatie van een warmtepomp met een gasketeltje – de zogeheten hybride warmtepomp. Er zijn grote verschillen tussen buurten: wat in een oude binnenstad de ideale oplossing lijkt, kan op het platteland of op een Vindex-locatie onhaalbaar blijken. Ook de prijs van groen gas speelt een rol: hoe hoger, hoe aantrekkelijker de alternatieven. Gaslevering blijft het goedkoopst in de oude binnensteden met veelal slecht geïsoleerde woningen; warmtenetten zijn het aantrekkelijkst in overige hoogstedelijke gebieden en elektrische warmtepompen zijn het voordeligst in omgevingen met weinig bebouwing.

5 Verwarmen van woningen en gebouwen in de toekomst bij een groengasprijs van € 0,75 per m³

Voornaamste wijze van verwarmen

- Groen gas
- Warmtepomp
- Warmtenet
- Niet bekend



Warmtenetten en warmtepompen

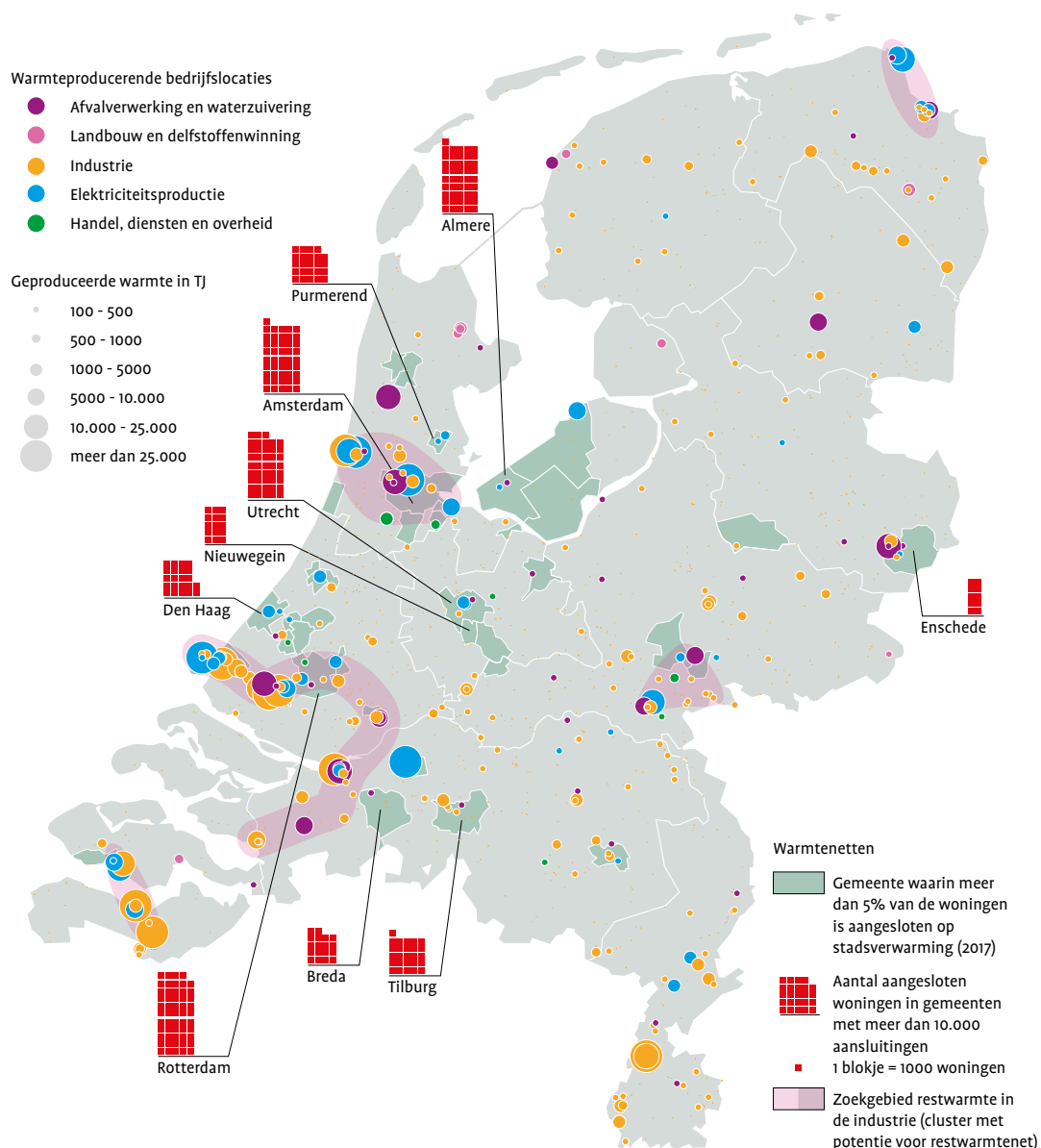
In 2030 moeten volgens de huidige plannen 1,5 miljoen huizen gasvrij zijn; de ene helft door ze aan te sluiten op een warmtenet, de andere helft door ze uit te rusten met een warmtepomp.

Warmtenetten en warmtepompen zijn niet per se duurzaam. Ook al verspreiden warmtenetten restwarmte die anders door de industrie de lucht in zou zijn geblazen, echt duurzaam zijn ze pas als de warmte afkomstig is uit een hernieuwbare bron, zoals aardwarmte. En elektrische warmtepompen zijn duurzaam wanneer ze gebruikmaken van groene stroom.

1 - 4 Steeds vaker hernieuwbare warmte

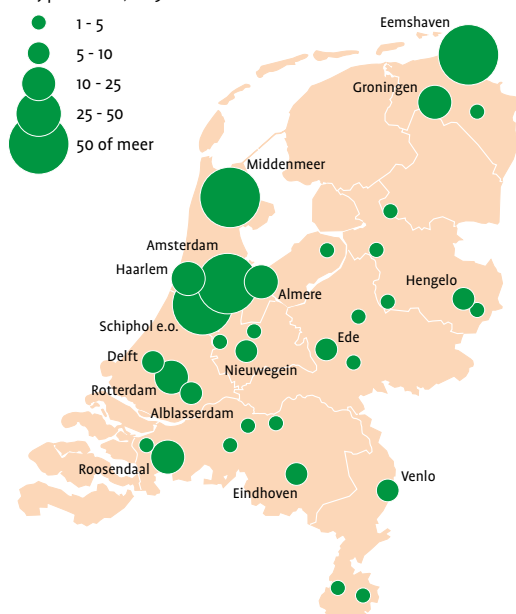
Warmtenetten zijn geen nieuwe uitvinding. Utrecht heeft een warmtenet van bijna honderd jaar oud. Ook in de andere grote steden zijn warmtenetten in gebruik. In Almere en Purmerend verwarmen de meeste mensen hun huis met stadswarmte. Naar verwachting komen daar vanaf 2025 ieder jaar ongeveer 80.000 nieuwe aansluitingen bij. Bestaande warmtenetten worden meestal gevoed met restwarmte uit de industrie of elektriciteitscentrales. Nieuwe warmtebronnen zijn vaak hernieuwbaar. Sommige datacenters leveren al warmte aan een warmtenet; ook crematoria overwegen die stap. Buiten de steden is het gebruik van aardwarmte in opkomst.

1 Warmtenetten en restwarmtebronnen



2 Datacenters

Warmteproductie datacenters, in TJ per locatie, 2019-2020

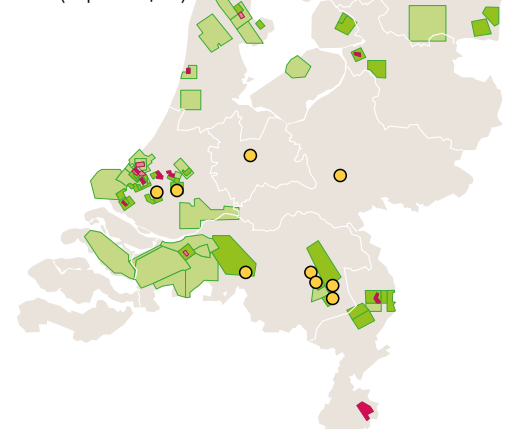


3 Aardwarmte

Type vergunning, 1 januari 2018

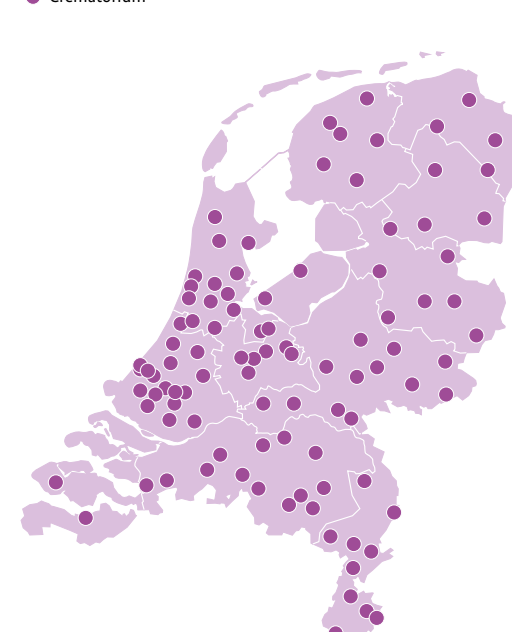
Winningsvergunning
Winningsvergunning aangevraagd
Opsporingsvergunning
Opsporingsvergunning aangevraagd

Pilot ultradiepe geothermie (dieper dan 4 km)



4 Crematoria

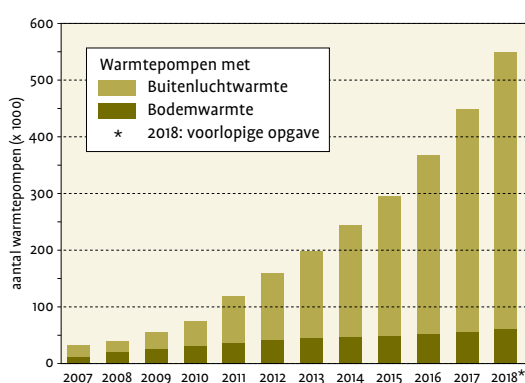
Crematorium



5 Vooral geschikt bij goede isolatie

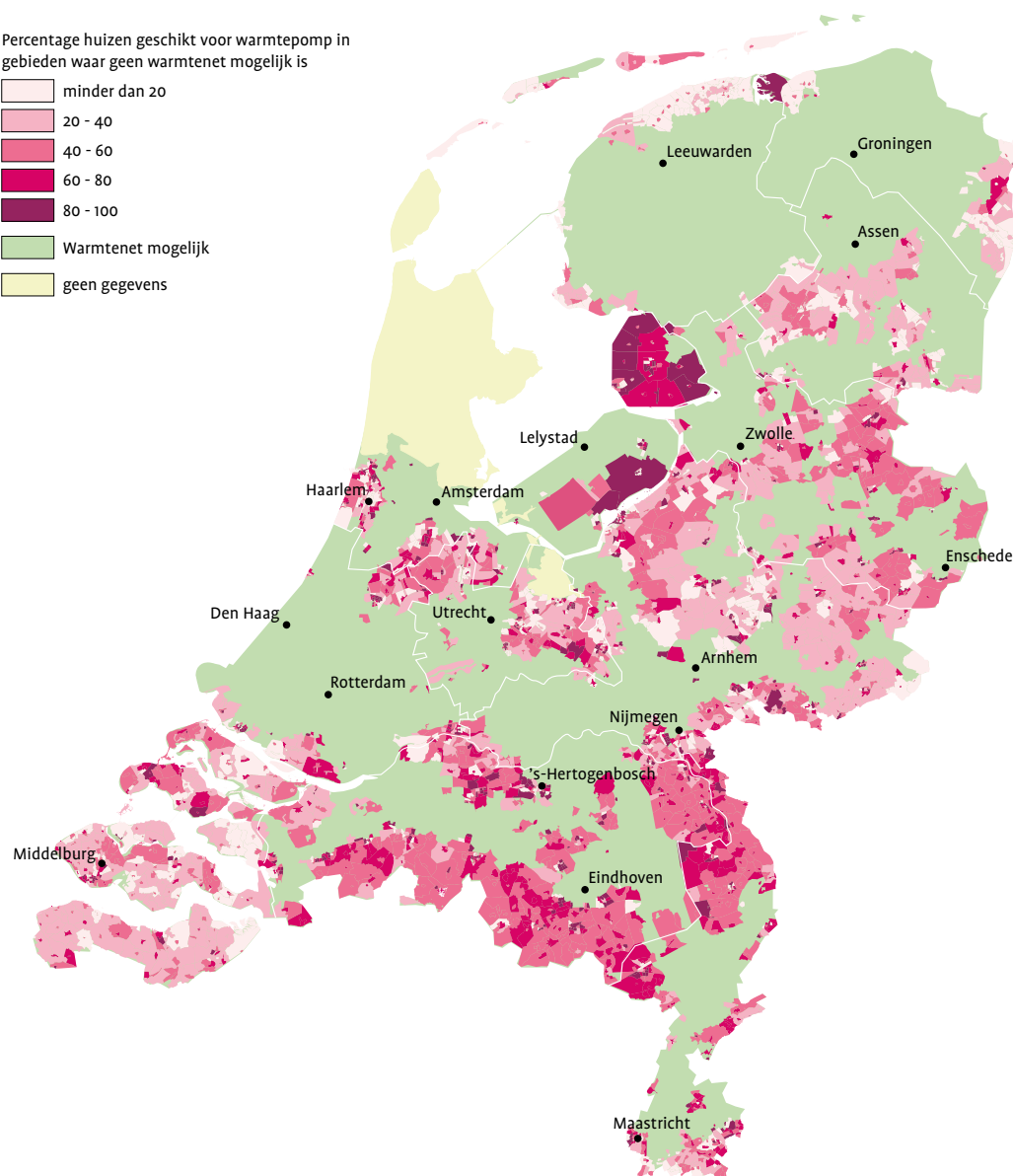
Ongeveer 6% van de woningen is uitgerust met een elektrische warmtepomp, anderhalf keer zoveel als het aantal aansluitingen op een warmtenet. Het aantal huizen met een warmtepomp groeit snel. De meeste nieuwe warmtepompen maken gebruik van buitenlucht. Ook al leveren die minder duurzame warmte dan een bodemwarmtepomp, ze zijn makkelijker te installeren en stellen geen eisen aan de bodemopbouw. Warmtepompen leveren warmte van lage temperatuur. Ze zijn daarom vooral geschikt voor goed geïsoleerde woningen. Woningen die zijn gebouwd tussen 1946 en 1991 zijn geschikt te maken voor een warmtepomp, door het dak, de muren en de vloer te isoleren. Woningen van na 1991 zijn vaak al geïsoleerd, maar onvoldoende voor een warmtepomp. Ook woningen kleiner dan 65 m² zijn minder geschikt voor een warmtepomp. Door een warmtepomp neemt het elektriciteitsverbruik met 25% toe. Daarom is een warmtepomp pas rendabel als hij ná isolatie 40% bespaart op het warmteverbruik.

6 Ontwikkeling aantal warmtepompen

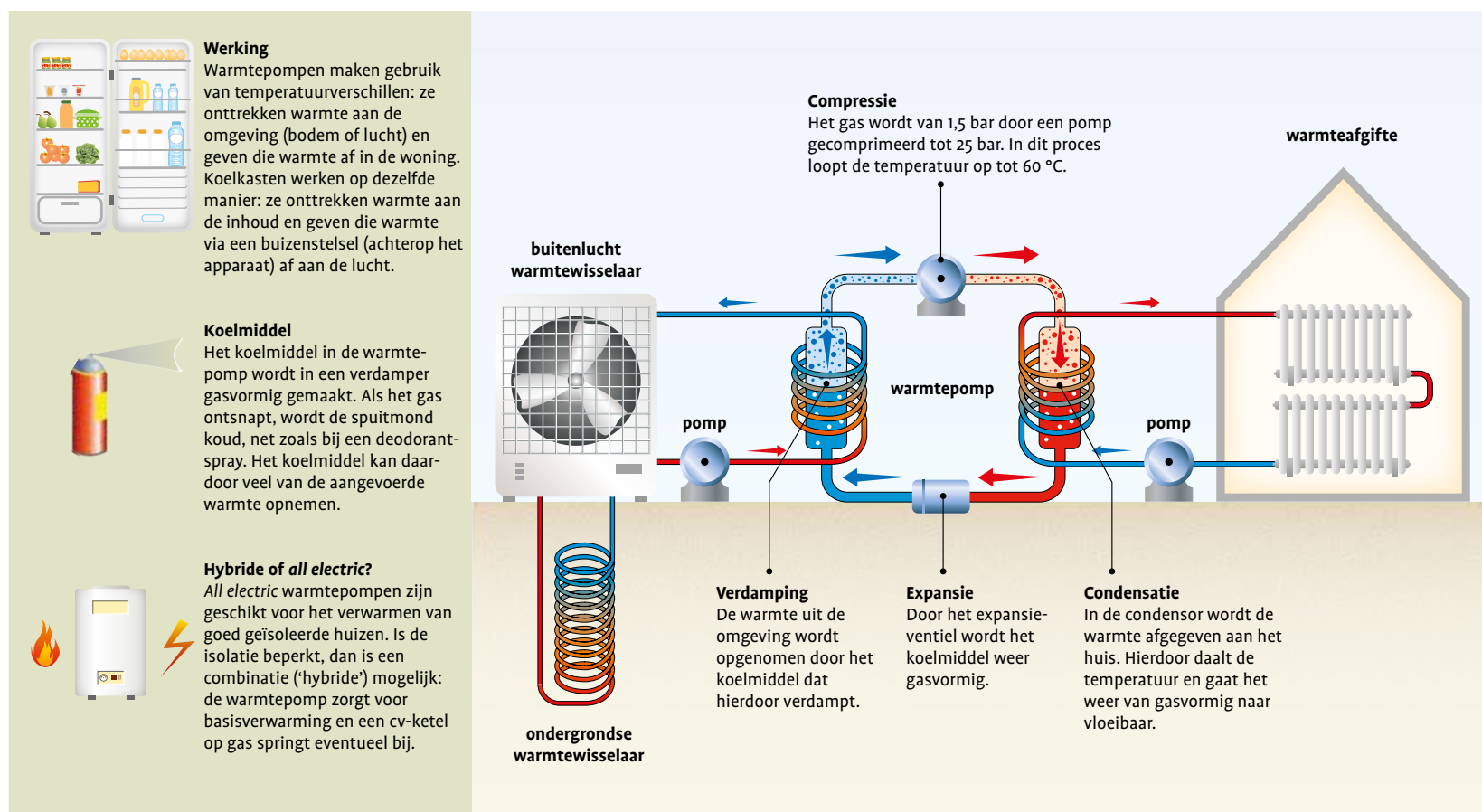


5 Geschiktheid van woningen voor een warmtepomp

Percentage huizen geschikt voor warmtepomp in gebieden waar geen warmtenet mogelijk is



7 Hoe werkt een warmtepomp?



Circulair bouwen

De bouwsector is grootverbruiker van grondstoffen: beton, glas en metaal worden veelal nieuw gemaakt. Ondertussen eindigen oude gebouwen vaak onder de sloopkogel. Het sloopafval wordt hergebruikt, maar voor een groot deel gebeurt dat op een minder hoogwaardige manier, bijvoorbeeld als ondergrond voor wegen. Bij 'circulair bouwen' streven partijen naar hoogwaardig hergebruik van materialen. Eén manier is oude gebouwen zo lang mogelijk benutten, door ze te renoveren of een nieuwe bestemming te geven. Een andere manier is anders slopen én bouwen, zodat materialen en zelfs complete onderdelen opnieuw te gebruiken zijn.

1 Circulaire bouw: van laag- tot hoogwaardig

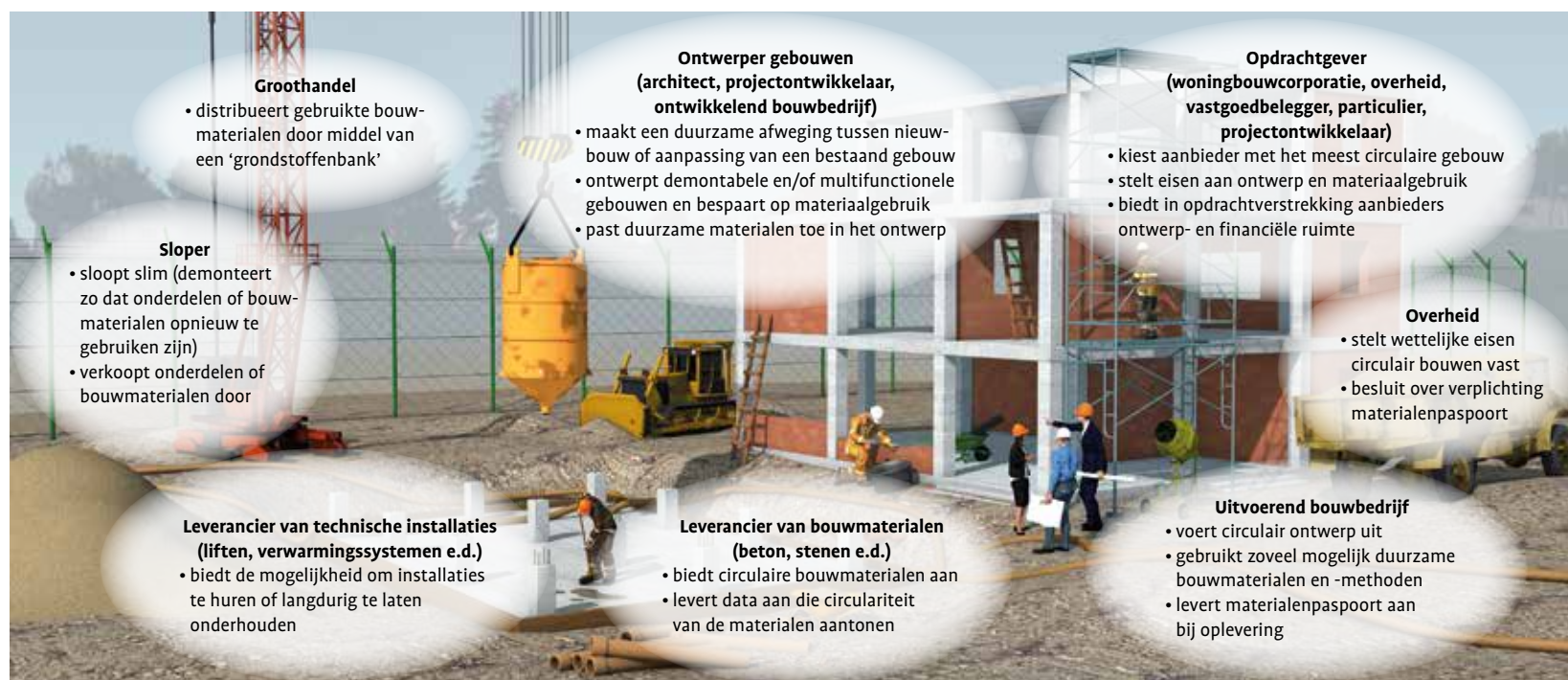
Hoogwaardig
circulair bouwen



Laagwaardig
circulair bouwen

	Bestaande panden niet vervangen, maar een nieuwe bestemming geven. Demontabele of multifunctionele gebouwen ontwerpen. Bouwmaterialen hergebruiken.
	Zo ontwerpen dat minder bouw materiaal nodig is (bv. lichtere constructies, kortere leidingen). Relatief duurzame bouwmaterialen gebruiken (bv. hout en kalkzandsteen).
	Repareren en renoveren.
	Slim slopen: demonteren, zodat bouwmaterialen of onderdelen van gebouwen (bv. kozijnen) opnieuw te gebruiken zijn.
	Na de sloop bouwmaterialen zodanig verwerken dat ze weer te gebruiken zijn als grondstof.

2 Partijen in de bouw



1 - 2 Bouwen voor de toekomst

De bouw kan op verschillende manieren rekening houden met duurzaamheid. Verwarming en verlichting van gebouwen veroorzaken 30% van de CO₂-uitstoot in Nederland. Er is dus veel te winnen met het ontwerpen van gebouwen die geen elektra of gas van buiten meer nodig hebben ('energieneutraal'). Maar ook het bouwproces zelf zorgt voor CO₂, zo'n 5% van de totale uitstoot in Nederland. Er is namelijk veel energie nodig om nieuwe grondstoffen te winnen en aan te voeren. Hergebruik kan leiden tot een forse besparing. Nog een voordeel: minder afval. Nu is 35% van alle afval in Nederland afkomstig van

de bouw. Daarvan wordt 95% hergebruikt: in gebouwen, maar ook als puin onder wegen. De meeste winst is te behalen door bestaande gebouwen zo lang mogelijk te gebruiken. Dus niet een fabriek afbreken en op die plek nieuwe kantoren bouwen, maar hem ombouwen tot kantoorruimte. Duurzaam ontwerpen betekent ervoor zorgen dat nieuwe gebouwen in de toekomst ook geschikt zijn voor andere bestemmingen. Verder moet een gebouw eenvoudig zijn uit te breiden, bijvoorbeeld met een extra verdieping. En waar mogelijk worden materialen verwerkt die afkomstig zijn uit gebouwen die net zijn afgebroken – liefst complete bouw-

elementen, zoals raamkozijnen of trappen. Ook het gebruik van zoveel mogelijk hernieuwbare materialen (zoals hout) past binnen circulair bouwen, net als het minimaliseren van de hoeveelheden grondstoffen, bijvoorbeeld door te letten op de lengte van leidingen. Er is nog een manier om duurzaamheid te bevorderen. Bouwbedrijven en projectontwikkelaars kopen nu technische installaties als liften en airco's, maar kunnen ze ook van de leverancier huren. Die heeft dan een prikkel om deze installaties te onderhouden en te repareren, in plaats van na enkele jaren nieuwe te verkopen. Ook dat valt onder circulair bouwen.

3 Voorbeeldprojecten



Stadskantoor, Venlo (2016)

Dit nieuwe kantoorgebouw is volledig circulair gebouwd. Het is grotendeels demontabel; zo is de gehele aluminium zuidgevel geschikt voor toekomstig hergebruik. Het meubilair wordt gehuurd. Bomen en planten op het dak en langs de noordgevel zorgen voor luchtzuivering. Ook produceert het gebouw zijn eigen energie.



Hoofdkantoor Alliander, Arnhem (2017)

Bij de sloop van het oude hoofdkantoor van energienetwerkbedrijf Alliander kon 95% van de materialen worden hergebruikt. Zo is de railing in de parkeergarage vervaardigd van oud staal en dient oud isolatiemateriaal als extra isolatielaag. Dankzij een eigen aardwarmtesysteem is er geen aardgas aansluiting nodig.



Tijdelijke rechtbank, Amsterdam (2016)

Omdat de rechtbank uit 1978 wordt verbouwd, heeft Amsterdam een tijdelijke rechtbank. Dit gebouw wordt weer afgebroken als de nieuwe rechtbank in gebruik wordt genomen. De wanden en vloeren zijn daarom geheel demontabel gemaakt. Ze zijn simpel los te koppelen en elders voor andere doeleinden in te zetten.



Concept House CHIBB, Rotterdam (2014-2019)

In de wijk Heijplaat ligt het Concept House Village, een proeftuin voor duurzaam bouwen. Deze testwoning bestond uit natuurlijke en hergebruikte materialen en had een houtskelet. Daaroverheen stond een isolerende kas. Na de test is de testwoning afgebroken. Meer dan 60% van de materialen is hergebruikt.



Viaduct, Kampen (2019)

Een viaduct van 'legostenen': dat is het idee achter dit eerste circulaire viaduct in Nederland. De bouwelementen zijn eenvoudig los te halen en elders neer te zetten. Rijkswaterstaat bespaart dan op nieuw beton en dus op CO₂. Naar verwachting gaat dit viaduct zesmaal langer mee dan een normaal viaduct.



Schoonschip, Amsterdam (2019)

In Amsterdam-Noord ligt Schoonschip, 'de meest duurzame drijvende woonwijk van Europa', met woonarken voor 46 gezinnen. De wijk voorziet in zijn eigen energiebehoefte en er zijn drijvende tuinen en groene daken. Bij de bouw zijn zoveel mogelijk natuurlijke en hernieuwbare materialen gebruikt, waaronder hout.

Steden

Barometer 138

Naar een klimaatneutraal Amsterdam 140

Materiaalstromen in de metropoolregio 142

Een waterbestendige hoofdstad 144

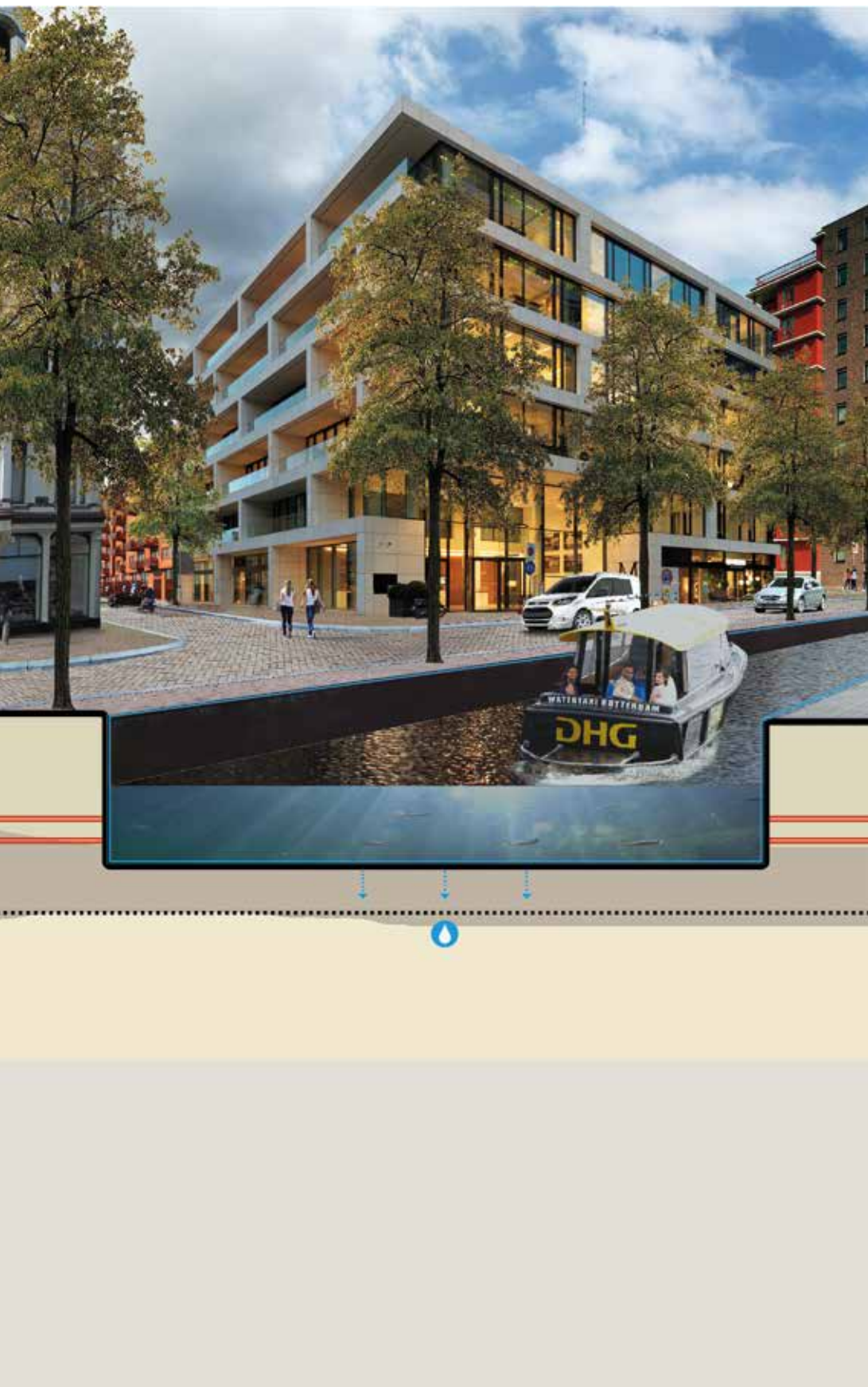
Werken aan een gezond Utrecht 146

Rond 1900 leefde een op de zeven wereldburgers in een stad, tegenwoordig is dat meer dan de helft. Naar verwachting zet deze groei door tot 70% in 2050. Ook al is het efficiënt om op een kluitje te wonen (minder ver reizen, minder verwarmen, meer openbaar vervoer, meer voorzieningen delen), snelgroeiende steden kennen allerlei nieuwe uitdagingen. Hoe zorg je voor voldoende voedsel en water? Hoe houd je de lucht schoon? Hoe kom je aan voldoende hernieuwbare energie? Hoe bescherm je burgers tegen wateroverlast en droogte? Hoe ga je om met afval als grondstoffen schaars zijn? De steden Amsterdam en Utrecht zijn actief op het gebied van duurzaamheid. Ze verduurzamen hun energievoorziening met warmtenetten en geothermie. Daarnaast vergroten ze hun klimaat- en waterbestendigheid door te vergroenen en nemen ze initiatieven om grondstoffen terug te winnen uit stadsafval.



Uitsnede Panorama Nederland

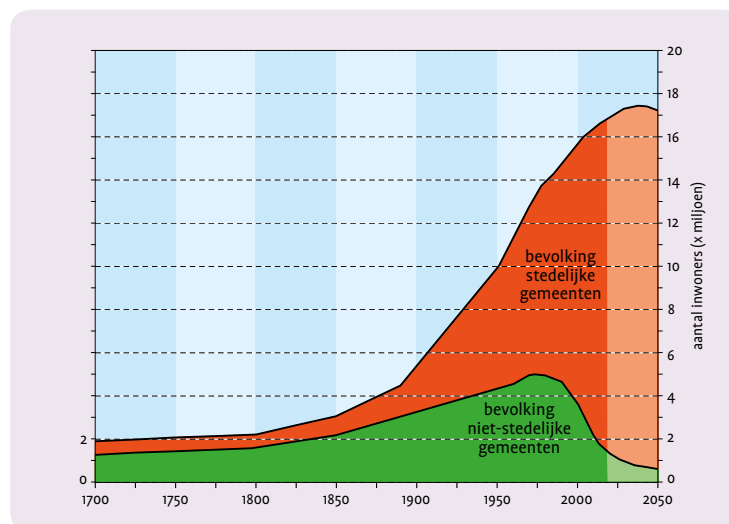
College van Rijksadviseurs i.s.m. Vereniging Deltametropool en West 8



10

Barometer > Steden

Net als in de rest van de wereld hebben de steden in Nederland een grote aantrekkingskracht. Leefde in 1700 nog maar 1 op de 3 mensen in stedelijk gebied, tegenwoordig zijn dat er ruim 9 van de 10. Waar veel mensen bij elkaar wonen, liggen ook veel kansen om iets te veranderen, bijvoorbeeld op het gebied van duurzaamheid. Vanwege de korte afstanden zijn relatief veel ov-bussen al elektrisch. En omdat er minder parkeerplekken zijn, is autodelen voor veel stadsbewoners aantrekkelijk. Daar staat tegenover dat klimaatverandering in de stad eerder merkbaar is: de temperatuur is er hoger, water kan er moeilijker weg en een flinke hoosbui veroorzaakt onevenredig veel schade. Vandaar dat veel steden hun klimaatbestendigheid verbeteren, onder meer door te vergroenen. Niet alle steden zijn even actief. Grote steden die hoog scoren, doen dat vaak op inkoop van groene stroom en autodelen; kleine steden scoren vooral op zonnestroom en op het scheiden en hergebruiken van restafval.



Vrijwel alle Nederlanders wonen in stedelijk gebied

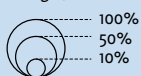
Groene daken vergroten de sponswerking van de stad



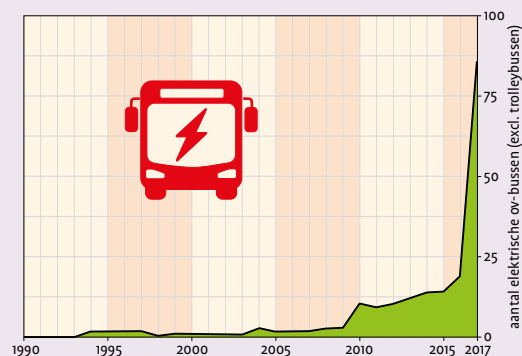
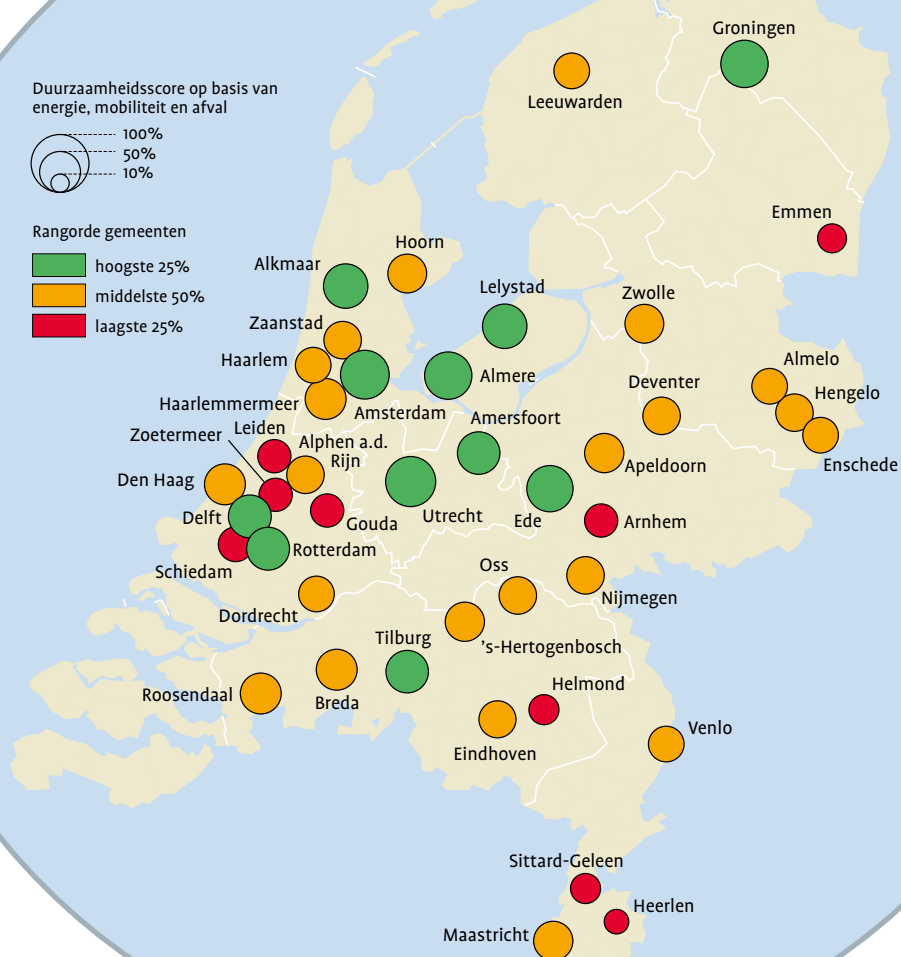
Niet alleen houden groene daken regenwater vast, ze bevorderen de biodiversiteit, dempen het geluid en halen fijnstofdeeltjes uit de lucht.

Hoe scoren de 42 grootste gemeenten op duurzaamheid?

Duurzaamheidsscore op basis van energie, mobiliteit en afval

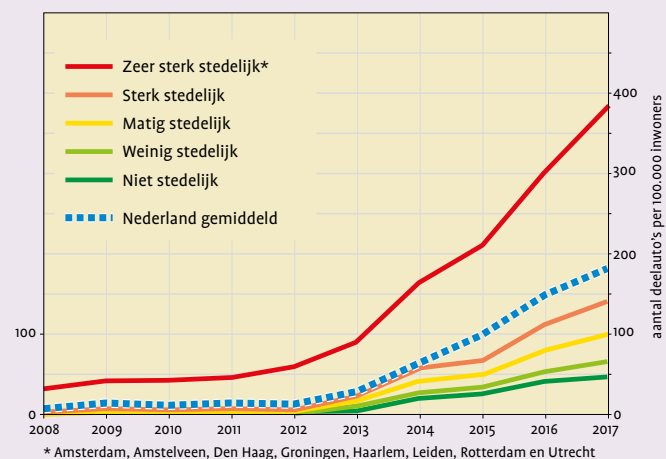


Rangorde gemeenten



Steeds meer ov-bussen op elektriciteit

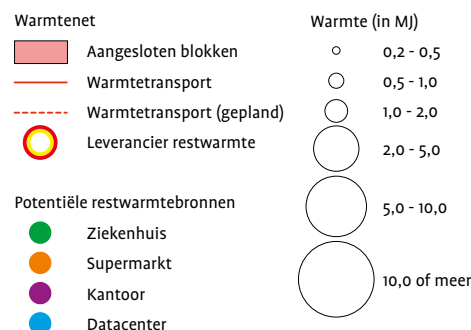
Autodelen het populairst in stedelijk gebied



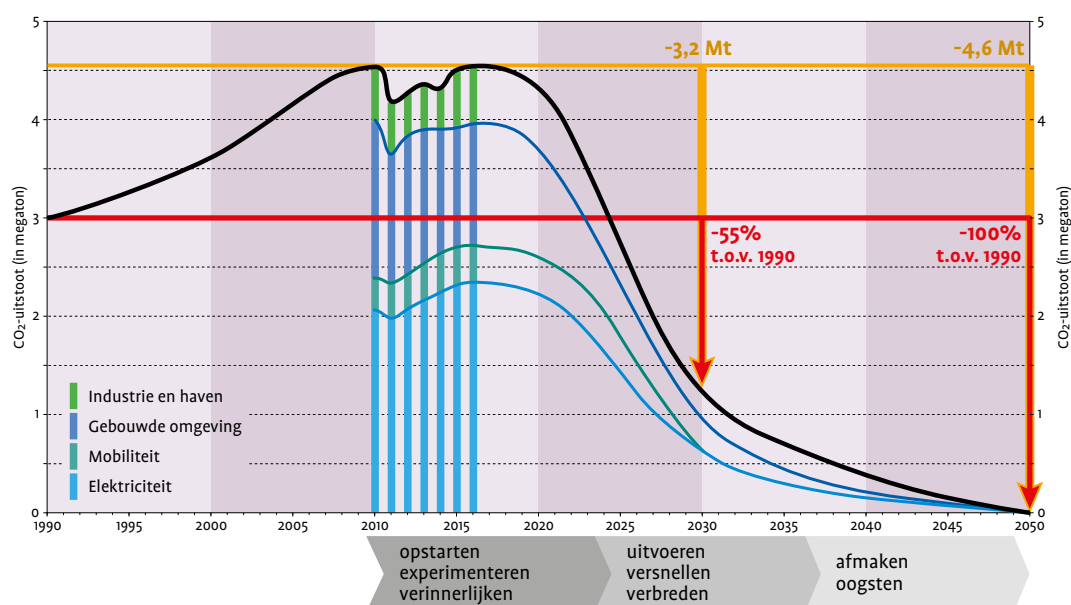
Naar een klimaatneutraal Amsterdam

Vóór 2050 wil Amsterdam een eind maken aan de schadelijke uitstoot van CO₂ in de stad, en van kolen, olie en gas overstappen op 100% schone energie. Dat is een ingrijpende verandering, vergelijkbaar met de aanleg van rioleringen en drinkwaterleidingen eind 19e eeuw om cholera-uitbraken te voorkomen. Deze omslag of transitie vindt plaats in vier sectoren: Gebouwde omgeving, Mobiliteit, Elektriciteit en Industrie & haven. Wat staat er allemaal te gebeuren in de gebouwde omgeving – woningen, kantoren, scholen en ziekenhuizen?

1 Warmtenetten en warmtebronnen



2 Route naar een CO₂-vrij Amsterdam



2 Voor 2040 aardgasvrij

In Amsterdam wordt per jaar meer dan 4,5 megaton CO₂ uitgestoten, anderhalf keer zoveel als in 1990. Voor 2050 wil Amsterdam de CO₂-uitstoot ten opzichte van 1990 met 100% terugdringen, met als tussenstap 55% in 2030. Daarnaast wil de stad in 2040 volledig aardgasvrij zijn en vanaf dat moment alleen nog duurzaam opgewekte energie gebruiken. De gebouwde omgeving is nu nog verantwoordelijk voor 28% van de totale CO₂-uitstoot. Daarom is het streven het energiegebruik in deze sector te verminderen en ervoor te zorgen dat de benodigde energie voor koken, verwarming en warm water duurzaam is. Gebouwen verwarmen zonder aardgas kan onder meer met restwarmte.

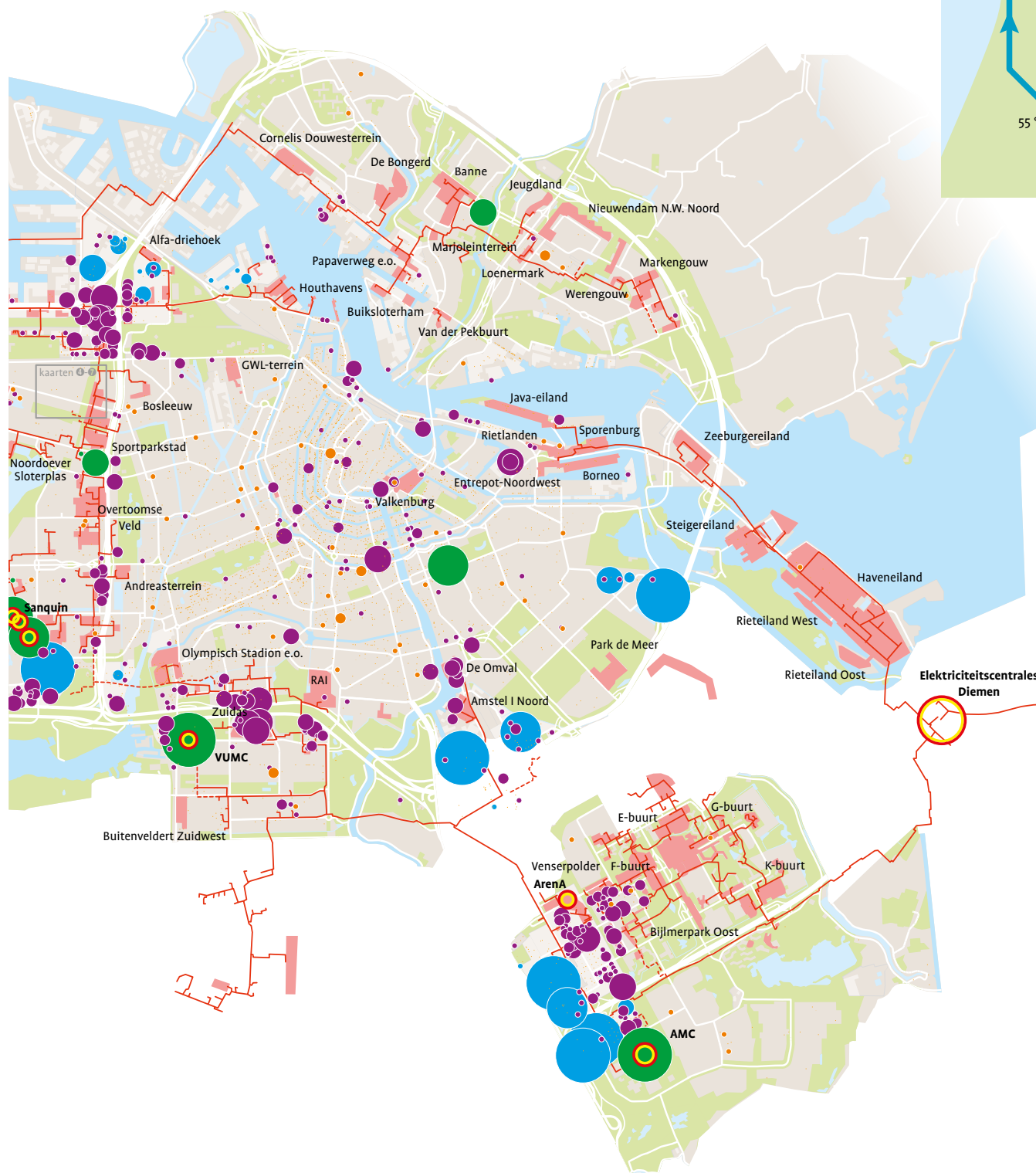
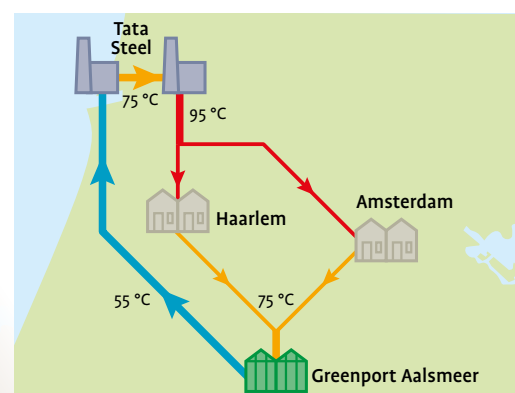
1, 3 Uitbreiding warmtenetten

Amsterdam heeft twee stedelijke warmtenetten. Die verspreiden warmte van onder meer de afvalverbranding in het Westelijk Havengebied en de warmtekrachtcentrale in Diemen naar enkele wijken langs de Ring A10 en naar wijken in Zuidoost en Amsterdam-Noord. Voornamelijk door aansluiting op restwarmte is het aantal aardgasvrije gebouwen sinds 2010 met 32.500 gestegen tot 85.000. Dat is ongeveer 13% van de stad. De komende jaren komen daar 10.000 bestaande sociale huurwoningen bij. Enkele ontwikkelingen staan op stapel. Zo krijgen de twee bestaande warmtenetten nieuwe warmtebronnen, waaronder datacenters, en worden ze mogelijk uitgebreid naar Tata Steel in IJmuiden en de glastuinbouw van Aalsmeer.

4 - 6 Buurt voor buurt afkoppelen

Het streven is om tot 2020 110.000 woningen aardgasvrij te maken. Bestaande gebouwen worden tot 2040 buurt voor buurt van het aardgasnet afgekoppeld. Naast aansluiten op een warmtenet zijn andere kansrijke alternatieven: installeren van een elektrische warmtepomp en aansluiten op groen gas (waterstofgas of gas afkomstig van een vergister). Amsterdam onderzoekt momenteel in twintig buurten samen met bewoners, woningeigenaren, woningcorporaties, energiebedrijven en de netbeheerder wat in de betreffende wijk de beste oplossing kan zijn, zowel qua techniek als qua kosten. Ook is er aandacht voor de beste manier van samenwerken en communiceren. De Dobbebuurt in Slotervaart-Noordoost is een van die buurten.

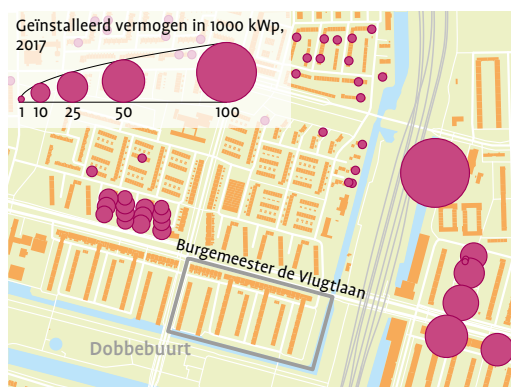
3 Uitbreiding warmtenetten tot 2040



4 Dobbebuurt: warmteleidingen



5 Dobbebuurt: zonnepanelen (actueel)



6 Dobbebuurt: zonnepanelen (potentieel)



Materiaalstromen in de metropoolregio

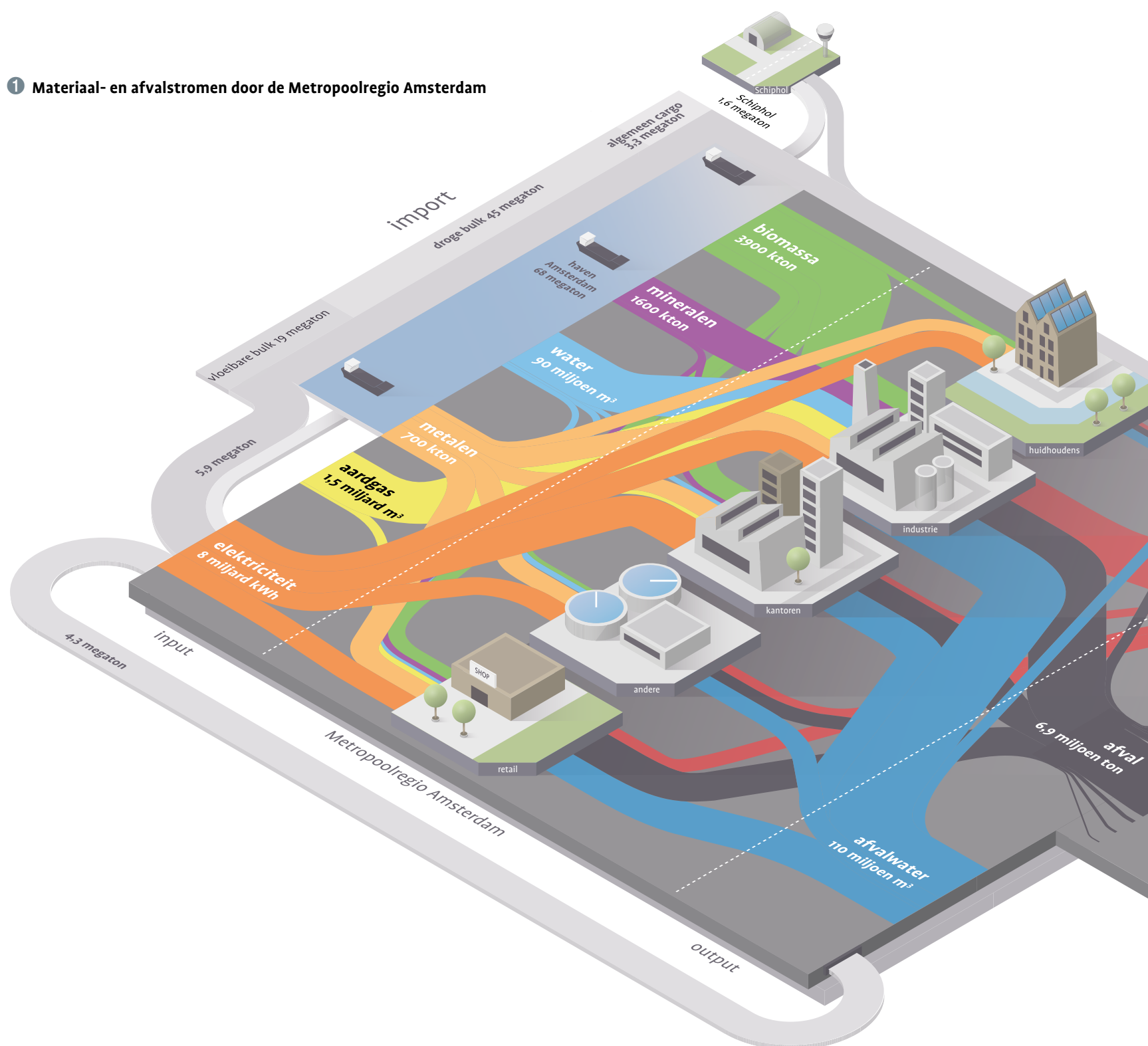
In 2030 moet Nederland 50% minder primaire grondstoffen gebruiken, waaronder fossiele brandstoffen, metalen en andere delfstoffen. Dat kan door grondstoffen terug te winnen uit afval en opnieuw te gebruiken, liefst op een hoogwaardige manier: goud uit mobieltjes en fosfaat en cellulose uit afvalwater. Ook Amsterdam wil meer grondstoffen en materialen in de kringloop houden. Doel: volledig circulair in 2050.

1 Steeds meer hoogwaardig hergebruik

De grootste inkomende materiaalstromen in Metropoolregio Amsterdam bestaan uit biomassa (zoals voedsel en hout) en delfstoffen (voor bijvoorbeeld bakstenen en verf). Dit komt door de omvangrijke voedings- en genotmiddelenindustrie in de Zaanstreek en de snelle groei van de stad. Huishoudens en industriële processen produceren afvalwater. Hieruit wordt steeds meer energie en fosfaat – een schaarse grondstof – teruggewonnen. Huishoudens produceren daarnaast veel organisch afval. Daarvan wordt al 85% nuttig hergebruikt. Onder meer door recycling en compostering neemt

het aandeel hoogwaardig hergebruik toe. Door restafval te verbranden wordt elektriciteit en warmte gegenereerd, maar door dit afval te recyclen of opnieuw te gebruiken, kan er nog meer waarde uit worden gehaald. De industrie produceert verreweg het meeste afval, met een groot aandeel biomassa en bouwafval. Net als huishoudelijk afval is industriële biomassa mogelijk geschikt voor bioraffinage (het uiteenraffen van biomassa in verschillende componenten en het minimaliseren van de hoeveelheid afval), waardoor deze reststroom kan worden omgezet in eiwitten, vezels en verpakkingsmaterialen, zoals eierdozen.

1 Materiaal- en afvalstromen door de Metropoolregio Amsterdam

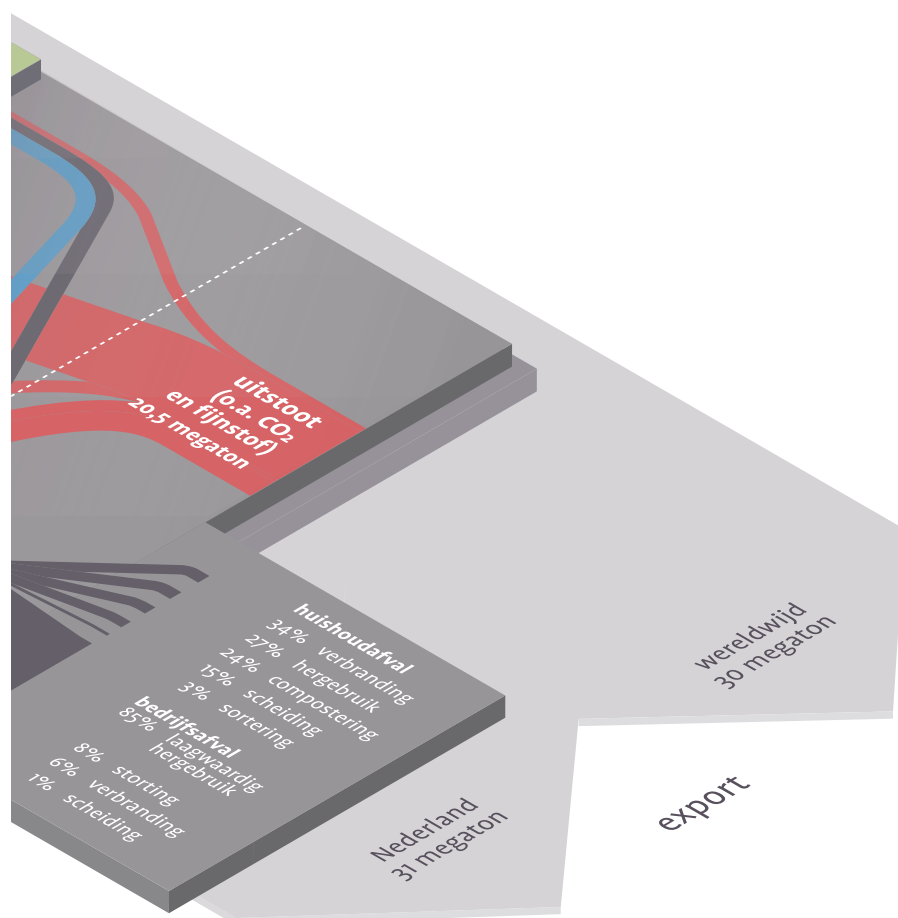


2 Haven wordt hotspot voor circulaire economie



Luchthaven Schiphol en de haven van Amsterdam zijn belangrijke knooppunten voor materiaalstromen door de metropoolregio. Jaarlijks wordt hier ruim 100 miljoen ton goederen geïmporteerd en 30 miljoen ton geëxporteerd. Door duurzame ondernemers aan te trekken en de benodigde infrastructuur en faciliteiten te bieden, wil de haven een Europese hotspot worden voor de circulaire economie.

Metropoolregio Amsterdam



3 Duurzaam wonen en werken in de voormalige Bijlmerbajes



De voormalige Bijlmerbajes wordt omgezet in een duurzaam woon- en werkgebied. Met zonnepanelen, windturbines en een warmtenet worden woningen, school en cultureel cluster energieneutraal. En 98% van de vrijkomende materialen wordt hergebruikt. Zo worden tralies uit de gevangenis balkonhekjes en wordt beton van de oude gevangenistorens verwerkt in twee nieuwe torens.

4 Gerecycled wc-papier verwerkt in asfalt IJburglaan



In het asfalt van de Amsterdamse IJburglaan is cellulose gebruikt dat afkomstig is van wc-papier. Normaal gesproken komt doorgespoeld wc-papier via de waterzuivering terecht in een afvalverbrandingsoven. Zonde, want dat kost geld en energie, terwijl wc-papier waardevolle grondstoffen bevat, zoals cellulose. Dat kun je verwerken in asfalt, maar ook in kunststof kozijnen.

5 Datingsite voor bedrijfsafval



Via de digitale marktplaats Excess Materials Exchange (EME) kunnen bedrijven overtollige materialen en afvalstromen verhandelen en uitwisselen. Net als op een datingsite worden vraag en aanbod aan elkaar gekoppeld. Het streven is hoogwaardige hergebruik. Identificatie van de materialen gebeurt met een 'grondstoffenpaspoort'.

Een waterbestendige hoofdstad

Het gevecht tegen het water speelt zich in Amsterdam af op verschillende fronten. Bij een dijkdoorbraak kan water uit het hoofdwatersysteem (de grote rivieren, het IJsselmeer, de Noordzee en de kanalen) en het regionale watersysteem (het 'boezemstelsel' van ringvaarten en watergangen) de stad binnenstromen. En bij een hevige hoosbui komt het water in grote hoeveelheden van boven. Het tegenhouden en afvoeren van overtollig water is complex. Niet alleen is de stad dichtbevolkt, hij ligt ook naast een industrieel havengebied. In de stad liggen bovendien enkele diepe polders, zoals de Watergraafsmeer. De bescherming tegen het water kan worden verbeterd door de Lekdijk te verhogen, bebouwing en inrichting aan te passen en noodscenario's te ontwikkelen.

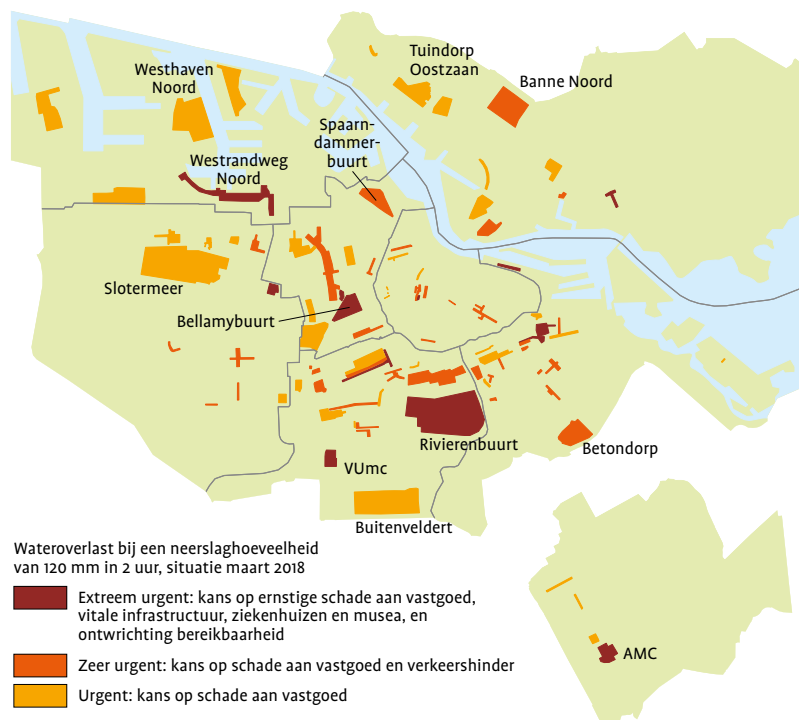
1 Overstromingsgevoelige gebieden



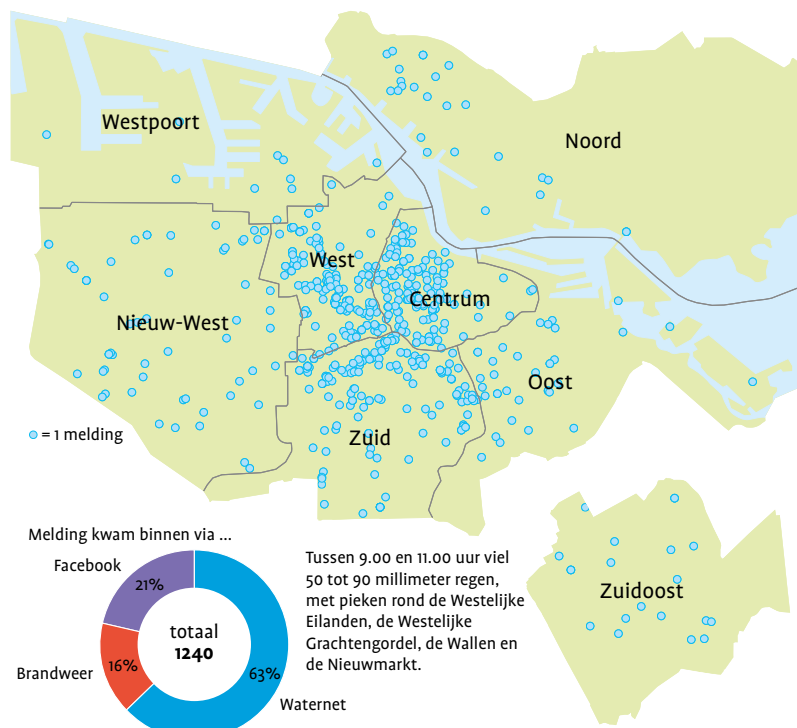
2 - 3 Regenwaterknelpunten oplossen

Hevige regenbuien kunnen grote schade veroorzaken, zo bleek tijdens een zomerse wolkbreuk in 2014. Amsterdam neemt maatregelen zodat de stad een bui van 60 millimeter in een uur zonder schade kan verwerken.

2 Regenwaterknelpunten



3 Wateroverlast na wolkbreuk juli 2014

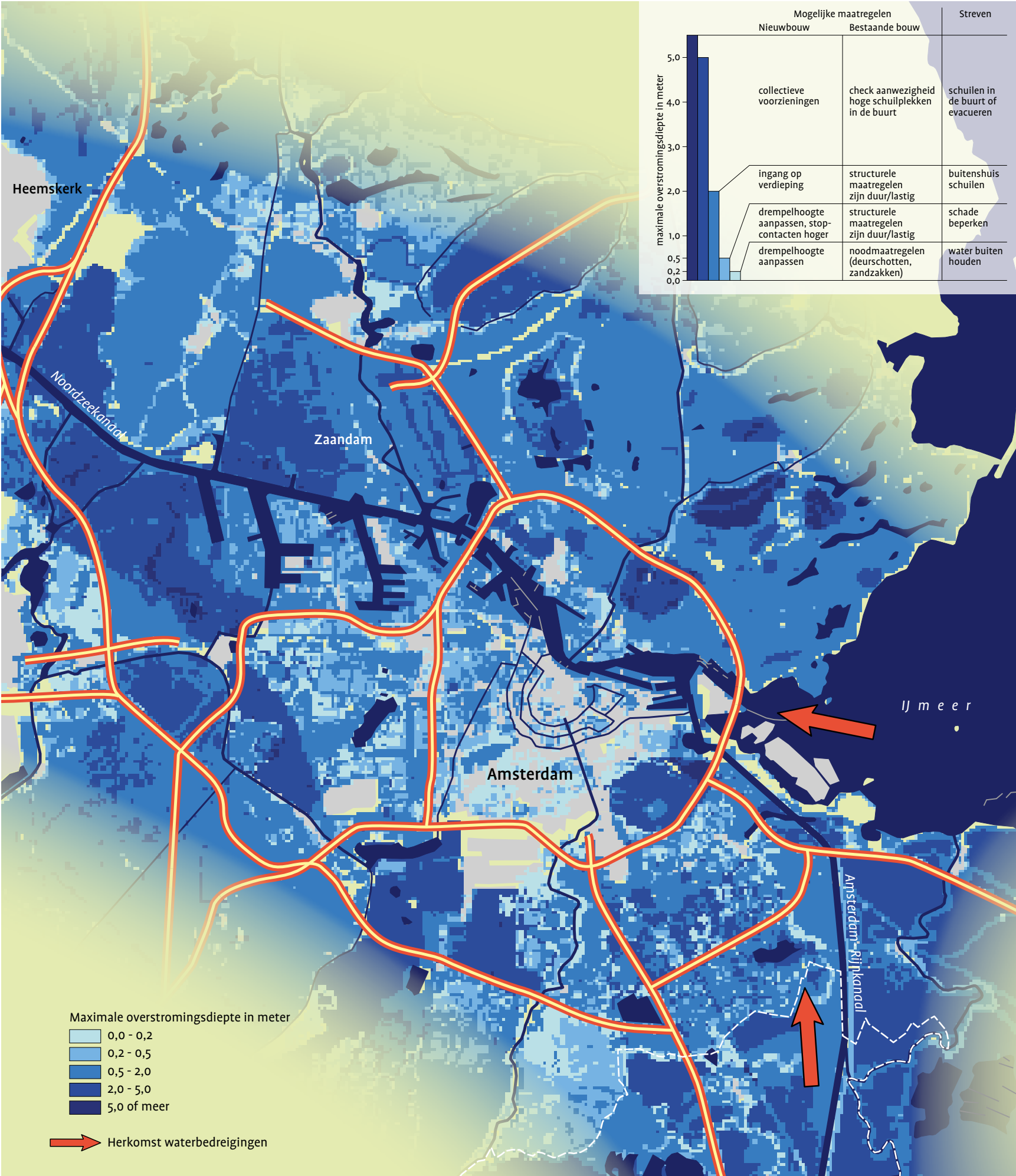


1 Beter beschermen tegen overstromingen

Mocht het misgaan, dan hebben overstromingen vanuit de Noordzee en de Lek de grootste gevolgen. De Watergraafsmeer, de IJ-oeveren en het Westelijk Havengebied kunnen dan overstroomd worden. En als de negen historische sluisjes in de waterkeringen

in de binnenstad, zoals in de Haarlemmerdijk, de Zeedijk en de Zeeburgerdijk, niet tijdig worden gesloten, overstroomt ook het gebied daarachter. Omdat regionale waterkeringen een lager beschermingsniveau hebben dan primaire waterkeringen, is de dreiging vanuit deze wateren relatief groot.

De gevolgen van een dergelijke overstroming zijn veel kleiner. De komende jaren wordt de noordelijke Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven versterkt, zodat Amsterdam beter is beschermd. Versterking van de dijk door de binnenstad is dan niet meer nodig.



Werken aan een gezond Utrecht

Een gezonde leefomgeving voor iedereen: dat is het bredere doel dat de vierde stad van Nederland probeert te verwezenlijken. Daarom stapt Utrecht over van een fossiele op een duurzame energie-infrastructuur. Zo verdwijnt aardgas, wordt elektra verzwaard, komt er meer duurzame stadsverwarming en wordt de CO₂-uitstoot teruggedrongen. Ook op het gebied van schoon water, gezonde mobiliteit, biodiversiteit en klimaatbestendigheid lopen in Utrecht tal van initiatieven. Drie voorbeelden illustreren de aanpak.



Woonwijk Leidsche Rijn: water- en klimaatbestendig

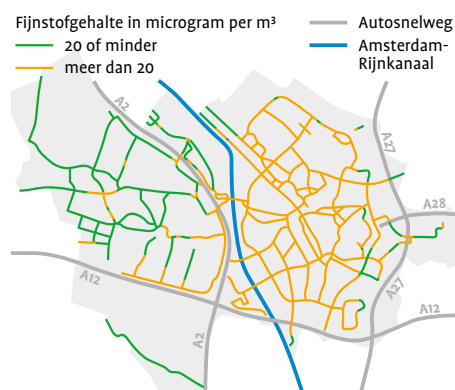
- Vrijwel gesloten systeem voor oppervlaktewater; optimale benutting van regenwater (slechts 20% komt in het riool); geen 'vuil' water uit het Amsterdam-Rijnkanaal
- Natuurlijke waterzuivering, onder andere bij de Haarrijnse Plas
- Optimale klimaatbestendigheid door slimme waterberging (waterdoorlatende bestrating en 'wadi's': droge greppels die bij hevige regen kunnen vollopen)
- Zeer grootschalig: 2500 ha

Verticaal bos in het stadshart

- 'Wonderwoods': twee groene torens (105 en 73 m) naast het Centraal Station, voor wonen, werken en recreëren
- De torens bevatten samen 360 bomen, 10.000 planten en 9640 struiken en heesters (zoveel als 2 ha bos)
 - De beplanting neemt 5400 kg CO₂ per jaar op, vangt fijnstof en produceert zuurstof
 - Bij hitte zorgt het groen voor verkoeling
 - Bij hevige regen dragen de torens bij aan het watermanagement
 - Meer biodiversiteit in de stad
 - Gereed in 2023

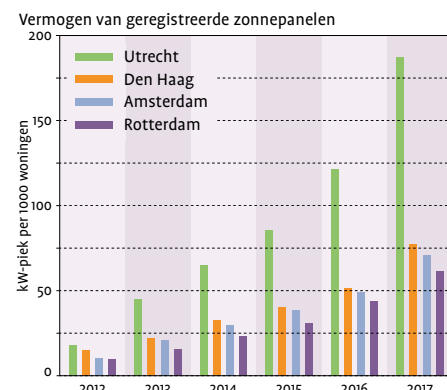
Fijnstof

De lucht in Utrecht wordt steeds schoner, al wordt de norm van de Wereldgezondheidsorganisatie ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nog niet overal gehaald. Dat is wel het streven.



Opbrengst zonnepanelen

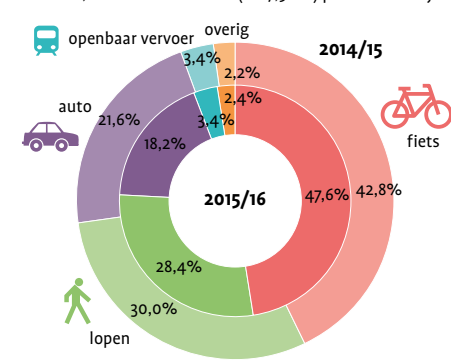
Dankzij een forse prijsdaling installeren steeds meer mensen zonnepanelen op hun dak. Van de vier grote steden loopt Utrecht al sinds enige jaren voorop.



Utrecht fietsstad

Voor afstanden tot 7,5 kilometer nemen Utrechters steeds vaker de fiets. Het gebruik van auto's voor korte afstanden daalt.

Reizen in, van en naar Utrecht (tot 7,5 km) per vervoerswijze



Energieneutraal wetenschapspark

Het universiteitsterrein in het oosten van de stad, het Utrecht Science Park, gaat geheel in zijn eigen energiebehoefte voorzien:

- grootschalige inzet zonnepanelen op de daken van alle gebouwen
- experimentele opwekking van energie uit aardwarmte van 4 km diepte (ultradiepe geothermie)
- ondergrondse warmte- en koudeopslag: een bron van warmte in de winter en van koude in de zomer